

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**“EFECTO DE LOS EMBALSES EN EL CONTROL DE
AVENIDAS EN LA CUENCA DEL RIO RAMIS”**

TESIS

PRESENTADO POR:

ABNER GUIDO HUISA HUMPIRI

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PUNO - PERU

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

"EFECTO DE LOS EMBALSES EN EL CONTROL DE AVENIDAS EN LA CUENCA
DEL RIO RAMIS"

TESIS

PRESENTADO POR: ABNER GUIDO HUISA HUMPIRI

A LA DIRECCION DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA COMO
REQUISITO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DEL JURADO


Ing. MOISES ESTEBAN VILCA PEREZ

PRIMER JURADO


M. Sc. ROBERTO ALFARO ALEJO

SEGUNDO JURADO


Ing. EDILBERTO HUAQUISTO RAMOS

DIRECTOR DE TESIS


M. Sc. LORENZO GABRIEL CIEZA CORONEL

ASESOR DE TESIS


M. Sc. WILBER FERMIN LAQUI VILCA

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA: Gestión de riesgos y vulnerabilidad ambiental

LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

DEDICATORIA

A mi madre AGRIPINA, por el permanente e insuperable apoyo, y en memoria de mi padre CARLOS, que juntos con todo el cariño e inmensa gratitud, aliento, paciencia, y por sus sabios consejos, lograron ese gran esfuerzo para forjar a sus hijos, haciendo posible el logro de mi noble profesión.

A mis queridos hermanos quienes me apoyan, aconsejándome y esperando de mí lo mejor.

A mis queridos retoños PAOLO y LORENA, y a mí amada esposa GLORIA, quienes esperan en mí ser ese ejemplo de padre, y que gracias al presente trabajo buscare de ellos ser los mejores en el futuro.

Abner Guido

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano nuestra alma mater, y muy en especial a la Carrera Profesional de Ingeniería Agrícola, por habernos formado profesionalmente.
- Al Ing. M. Sc. Lorenzo Gabriel Cieza Coronel, Patrocinador de la presente Tesis, por su invaluable comprensión y apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. M. Sc. Wilber Fermín Laqui Vilca, Asesor de la presente Tesis, por su acertado asesoramiento, evaluación, motivación, preocupación y apoyo constante para que se culmine la presente Investigación.
- Al Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, y en especial a la Dirección de Estudios, por apostar y confiar en mi persona, para seguir investigando y creciendo profesionalmente, y poder aportar al desarrollo de nuestra región.
- Mi sincero agradecimiento a todos mis Docentes de la Facultad, que en forma desinteresada me impartieron sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional contribuyendo al logro de este objetivo.
- Hago extensivo mi gratitud, a todos mis amigos y compañeros de estudios, que siempre me apoyaron dándome aliento para realizar presente trabajo.

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCION	3
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Planteamiento.	4
1.2. Antecedentes.....	5
1.2.1. Antecedentes del Tema de Investigación.	6
1.2.2. Antecedentes del área de Estudio.	7
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo general.	8
1.3.2. Objetivos específicos.....	8
II. REVISION DE LITERATURA	9
2.1. Efecto de los embalses en el control de avenidas	9
2.2. Diseño de embalses para el control de crecientes.....	9
2.2.1. Dimensionamiento de embalses	10
2.3. Utilización de sistemas de embalses para el control de avenidas.....	10
2.4. Reserva de capacidad de embalses para la laminación de avenidas.....	11
2.5. Medidas que modifican la susceptibilidad a la inundación	11
2.6. Análisis de planicies de inundación	11
2.7. Eventos extremos.....	13
2.7.1. Funciones de distribución de probabilidad.....	13
2.7.2. Distribución Normal	14
2.7.3. Distribución Log Normal.....	15
2.7.4. Distribución Log Normal III.....	16
2.7.5. Distribución Pearson Tipo III.....	18
2.7.6. Distribución Log Pearson tipo III.....	20
2.7.7. Distribución Gamma.....	22
2.7.8. Distribución Gumbel	22
2.8. Métodos de estimación de funciones de probabilidad.....	24
2.8.1. Pruebas de ajuste	25
2.8.2. Método del error cuadrático mínimo	25

2.8.3. Prueba de Chi cuadrado	25
2.8.4. Prueba de Smirnov – Kolmogorow.	28
2.9. Análisis de máximas avenidas	28
2.9.1. Tormentas de diseño	28
2.9.2. Cálculo del número curva con sistemas de información geográfica	30
2.10. Tránsito de caudales	31
2.11. Modelamiento hidrológico con HEC-HMS.....	33
2.12. Modelamiento hidráulico con HEC-RAS.....	35
2.13. Modelamiento de ríos	36
III. MATERIALES Y METODOLOGIA.....	38
3.1. MATERIALES.....	38
3.1.1. Información Cartográfica Existente.....	38
3.1.2. Información Hidrometeorológica	39
3.1.2.1. Información Meteorológica	39
3.1.2.2. Registros históricos y red de estaciones meteorológicas.....	40
3.1.2.3. Información Hidrométrica.	42
3.1.3. Software para Modelamiento.....	43
3.1.3.1. ArcMap 9.3	43
3.1.3.2. ArcHydro	44
3.1.3.3. HEC-GeoHMS	44
3.1.3.4. HEC-HMS	44
3.1.3.5. HEC-RAS	44
3.2. Descripción del ámbito en estudio.	44
3.3 Características de los embalses.	46
3.3.1. Embalse Macarimayo.	50
3.3.2. Embalse Buenavista.....	50
3.3.3. Embalse Parina.	51
3.3.4. Embalse Quenamari.....	52
3.3.5. Embalse Antacalla.	52
3.3.6. Embalse Antauta.....	52
3.4. METODOLOGIA.....	53
3.4.1. Análisis de información Cartográfica.....	53
3.4.2. Análisis de la información meteorológica.	54

3.4.2.1. Análisis de Homogeneidad.....	54
3.4.3. Eventos Extremos	55
3.4.3.1. Ajuste de funciones de distribución de probabilidad	55
3.4.3.2. Selección del método de mejor ajuste	56
3.4.3.3. Tormentas de diseño para diferentes periodos de retorno.....	56
3.6. Máximas avenidas instantáneas en el río Ramis	56
3.7. Modelamiento hidrológico.	57
3.7.1. Modelo Digital de elevación.....	58
3.7.2. Pre procesamiento del modelo digital de elevación con ArcHydro	58
3.7.3. Cálculo del número de curva (CN).....	59
3.7.3.1. Mapa de grupo hidrológico de suelos.....	60
3.7.3.2. Mapa de pendientes	63
3.7.3.3. Mapa de Usos de suelos	63
3.7.3.4. Mapa de número Curva	66
3.7.4. Cálculo del coeficiente manning	67
3.7.5. Modelamiento con HEC-GeoHMS.	68
3.7.6. Modelamiento con HEC-HMS.	69
3.8. Simulación hidrológica para diferentes escenarios	70
3.8.1. Escenario 01: Situación Actual.....	71
3.8.2. Escenario 02: Situación Futura con embalses al 100% de capacidad.	71
3.8.3. Escenario 03: Situación Futura con embalses al 50% de capacidad.	71
3.8.4. Escenario 04: Situación Futura con capacidad máxima con influencia de la evaporación.....	72
3.9. Reducción de avenidas en los embalses	72
3.9. Capacidad de laminación de los embalses propuestos	72
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
4.4.1. Análisis de información Cartográfica.....	73
4.4.2. Análisis de la información meteorológica.....	75
4.4.2.1. Análisis de Homogeneidad.....	75
4.4.3. Eventos Extremos	77
4.4.3.1. Ajuste de funciones de distribución de probabilidad	77
4.4.3.2. Selección del método de mejor ajuste	84
4.4.3.3. Tormentas de diseño para diferentes periodos de retorno.....	87

4.5. Modelamiento hidrológico.	90
4.5.1. Modelo Digital de elevación.....	90
4.5.2. Pre procesamiento del modelo digital de elevación con ArcHydro	90
4.5.3. Cálculo del número de curva (CN).....	92
4.5.3.1. Mapa de grupo hidrológico de suelos.....	92
4.5.3.2. Mapa de pendientes	95
4.5.3.3. Mapa de Usos de suelos	95
4.5.3.4. Mapa de número Curva	98
4.5.4. Cálculo del coeficiente manning	100
4.5.4. Modelamiento con HEC-GeoHMS.	100
4.5.5. Modelamiento con HEC-HMS.	104
4.5.5.1. Modelo de cuenca.....	105
4.5.5.2. Modelo meteorológico.....	105
4.5.5.3. Series de tiempo	105
3.5.5.4. Control de Especificaciones	105
3.5.5.5. Paired box (cuadros emparejados).....	105
4.6. Simulación hidrológica para diferentes escenarios	107
4.6.1. Escenario 01: Situación Actual.....	107
4.6.2. Escenario 02: Situación Futura con embalses a máxima capacidad.....	109
4.6.3. Escenario 03: Situación futura con embalses con capacidad al 50%.	115
4.6.4. Escenario 04: Situación futura con embalses a máxima capacidad menos los efectos de la evaporación.....	119
4.7. Reducción de avenidas en los embalses	125
4.8. Capacidad de laminación de los embalses propuestos	129
4.9. Caudales máximos instantáneos en la cuenca del río Ramis.....	132
4.10. Comportamiento hidráulico del río Ramis.	133
4.10.1. Premisas de simulación	134
4.10.2. Caudales de diseño	134
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	140
5.1. Conclusiones.....	140
5.1.1. Sobre efecto de los embalses en el control de avenidas.	140
5.1.2. Sobre la respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis.....	142
5.1.3. Sobre el comportamiento hidráulico del río Ramis.	143

5.2. Recomendaciones	144
VI. BIBLIOGRAFIA	145
VII. ANEXOS	148
7.1. Anexo A: Precipitación máxima en 24 horas.	149
7.2. Anexo B: Prueba de Helmet – Estación Ananea y Taraco.	151
7.3. Anexo C: Prueba de t de student – Estación Ayaviri y Azangaro.	154
7.4. Anexo D: Prueba de Cramer – Estación Arapa y Chuquibambilla.	156
7.5. Anexo E: Prueba de Anderson – Estación Crucero y Huancane.	159
7.6. Anexo F: Ajuste a funciones de probabilidad – Estación Progreso.	162
7.7. Anexo G: Pruebas de bondad de ajuste – Estación Progreso.	177
7.8. Anexo H: Tormentas de diseño para cada sub cuenca en estudio.	184
7.9. Anexo I: Mapa de embalses y relaciones altura – área - volumen	193
7.9. Anexo J: Reporte de HEC HMS de embalses para TR=50 Años – Escenario 02..	200
7.10. Anexo K: Reporte de análisis hidráulico del río Ramis con HEC-RAS	207
7.11. Anexo L: Secciones para TR= 50 Años del río Ramis con HEC-RAS.	214
7.12. Anexo M: Álbum Fotográfico	229

LISTA DE CUADROS

Cuadro II-1: Métodos de estimación de parámetros de funciones de probabilidad	24
Cuadro II-2: Distribuciones de Lluvia SCS, Fuente: U. S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986.....	29
Cuadro II-3: Métodos para los cálculos usados por el HEC HMS.....	35
Cuadro III-1: Longitud de Registros de Precipitación Máxima en 24 Horas Parte 01....	40
Cuadro III-2: Longitud de Registros de Precipitación Máxima en 24 Horas Parte 02....	42
Cuadro III-3: Longitud de registros históricos de las estaciones hidrométricas.....	43
Cuadro III-4: Características principales de los embalses en la cuenca del río Ramis. ..	46
Cuadro III-5: Caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno.	57
Cuadro III-6: Grupos Hidrológicos de suelos según varias fuentes bibliográficas.	61
Cuadro III-7: Pendientes según la distribución de Temez.....	63
Cuadro III-8: Codificación de Números Primos propuesta por Temez (NC).....	64
Cuadro III-9: Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad de “n”	68
Cuadro IV-1: Resumen de la Prueba de Helmet.....	75
Cuadro IV-2: Resumen de Prueba de t de student.....	76
Cuadro IV-3: Resumen de Prueba de t de Cramer	76
Cuadro IV-4: Resumen de Prueba de independencia de Anderson.....	77
Cuadro IV-5: Análisis de distribución de probabilidad estación: Ananea	78
Cuadro IV-6: Análisis de distribución de probabilidad estación: Arapa.....	78
Cuadro IV-7: Análisis de distribución de probabilidad estación: Ayaviri	78
Cuadro IV-8: Análisis de distribución de probabilidad estación: Azangaro	79
Cuadro IV-9: Análisis de distribución de probabilidad estación: Chuquibambilla.....	79
Cuadro IV-10: Análisis de distribución de probabilidad estación: Crucero.....	79
Cuadro IV-11: Análisis de distribución de probabilidad estación: Huancane.....	80
Cuadro IV-12: Análisis de distribución de probabilidad estación: Juliaca	80
Cuadro IV-13: Análisis de distribución de probabilidad estación: Lampa	80
Cuadro IV-14: Análisis de distribución de probabilidad estación: Llalli	81
Cuadro IV-15: Análisis de distribución de probabilidad estación: Macusani	81
Cuadro IV-16: Análisis de distribución de probabilidad estación: Muñani	81
Cuadro IV-17: Análisis de distribución de probabilidad estación: Nuñoa.....	82
Cuadro IV-18: Análisis de distribución de probabilidad estación: Pampahuta.....	82

Cuadro IV-19: Análisis de distribución de probabilidad estación: Progreso	82
Cuadro IV-20: Análisis de distribución de probabilidad estación: Pucara.....	83
Cuadro IV-21: Análisis de distribución de probabilidad estación: Putina	83
Cuadro IV-22: Análisis de distribución de probabilidad estación: Santa Rosa.....	83
Cuadro IV-23: Análisis de distribución de probabilidad estación: Sicuani.....	84
Cuadro IV-24: Análisis de distribución de probabilidad estación: Taraco	84
Cuadro IV-25: Resultados de Selección del mejor ajuste.	85
Cuadro IV-26: Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno..	86
Cuadro IV-27: Coeficientes del polígono de thiessen para la cuenca del río Ramis.....	89
Cuadro IV-28: Equivalentes de la cobertura de geología para el grupo hidrológico de suelos.	94
Cuadro IV-29: Equivalentes de la cobertura de Ecología a Uso de suelos.	98
Cuadro IV-30: Coeficiente de rugosidad “n” de manning para las sub cuencas.	100
Cuadro IV-31: Características de las sub cuencas obtenidos con HEC-GeoHMS.....	103
Cuadro IV-32: Características principales de los cauces obtenidos por HEC- GeoHMS.....	104
Cuadro IV-33: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Antacalla.....	106
Cuadro IV-34: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Antauta.	106
Cuadro IV-35: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Buenavista.	106
Cuadro IV-36: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Macarimayo.	106
Cuadro IV-37: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Parina.....	107
Cuadro IV-38: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Quenamari.	107
Cuadro IV-39: Cuadro de elevaciones de los embalses para el escenario 02.....	114
Cuadro IV-40: Cuadro de elevaciones de los embalses para el escenario 03.....	119
Cuadro IV-41: Pérdida por evaporación en los espejos de agua de los embalses.	120
Cuadro IV-42: Cuadro de elevaciones de los embalses para el escenario 04.....	124
Cuadro IV-43: Porcentaje del área regulada de la cuenca del río Ramis.	125
Cuadro IV-44: Reducción de avenidas en los embalses para el Escenario 02.	125
Cuadro IV-45: Reducción de avenidas en los embalses para el Escenario 03.	126
Cuadro IV-46: Reducción de avenidas en los embalses para el Escenario 04.	126
Cuadro IV-47: Capacidad de reducción en los embalses para el Escenario 02.....	130
Cuadro IV-48: Capacidad de reducción en los embalses para el Escenario 03.....	130
Cuadro IV-49: Capacidad de reducción en los embalses para el Escenario 04.....	130

Cuadro IV-50: Caudales máximos instantáneos en la cuenca del río Ramis.132
 Cuadro IV-51: Caudales máximos instantáneos para 25 años de periodo de retorno en el río Ramis.134
 Cuadro IV-52: Tramos críticos del río Ramis en los tres escenarios (1ra parte).....138
 Cuadro IV-53: Tramos críticos del río Ramis en los tres escenarios (2da parte).....139

LISTA DE FIGURAS

Figura II-1: Zonas de almacenamiento en un embalse multipropósito.10
 Figura II-2: Regulación del espacio en valles de Inundación.....11
 Figura II-3: Secciones y Perfiles típicos de un tramo de valle.13
 Figura II-4: Hietogramas de lluvia de 24 horas del Soil Conservation Service.30
 Figura II-5: Relaciones entre Caudal y almacenamiento.....32
 Figura II-6: Cambio de Almacenamiento durante el periodo de tránsito en un determinado tiempo.33
 Figura III-1: Distribución de hojas del IGN, escala 1:100,000.39
 Figura III-2: Ubicación de las estaciones meteorológicas en la cuenca del río Ramis. ..41
 Figura III-3: Ubicación política de la cuenca del río Ramis.....47
 Figura III-4: Ubicación y límites Hidrográficos de la Cuenca del Río Ramis.48
 Figura III-5: Ubicación de embalses en la cuenca del río Ramis.49
 Figura III-6: Distribución de lluvia en 24 horas de duración según el SCS, 1973, 1986.56
 Figura III-7: Mapa geológico de la cuenca del río Ramis.62
 Figura III-8: Mapa de ecología y usos de suelos.65
 Figura III-9: Esquema para la obtención del mapa de número curva.....67
 Figura IV-1: Cuadrantes del GeoServidor del Satelite ARTER-GDEM.....74
 Figura IV-2: Buffer de 500 metros de la cuenca del río Ramis en formato Raster.74
 Figura IV-3: Polígono de Thiessen cuenca del río Ramis88
 Figura IV-4: Modelo Digital de Elevación con buffer de 5000 m.90
 Figura IV-5: Pasos del modelamiento y definición preliminar de sub cuencas con ArcHydro.....91
 Figura IV-6: Mapa de grupo hidrológico de suelos de la Cuenca Ramis.....93
 Figura IV-7: Mapa pendientes clasificado con pendientes menores y mayores a 3%. ...96

Figura IV-8: Mapa de usos de suelos de la cuenca del río Ramis según Temez.....97

Figura IV-9: Mapa de número curva de la cuenca del río Ramis.....99

Figura IV-10: Sub cuencas para modelamiento hidrológico preliminar.101

Figura IV-11: Sub cuencas para modelamiento hidrológico.102

Figura IV-12: Modelo hidrológico de HEC-HMS para una situación Actual.....108

Figura IV-13: Hidrograma de avenida de la cuenca del río Ramis para TR=50 Años. 109

Figura IV-14: Modelo hidrológico de HEC-HMS para una situación Futura.....110

Figura IV-15: Transito del embalse Antacalla para TR =50 Años – Escenario 02.....111

Figura IV-16: Transito del embalse Antauta para TR =50 Años – Escenario 02.....111

Figura IV-17: Transito del embalse Buenavista para TR =50 Años – Escenario 02. ...112

Figura IV-18: Transito del embalse Macarimayo para TR =50 Años – Escenario 02. .112

Figura IV-19: Transito del embalse Parina para TR =50 Años – Escenario 02.....113

Figura IV-20: Transito del embalse Quenamari para TR =50 Años – Escenario 02. ...113

Figura IV-21: Transito del embalse Antacalla para TR =50 Años – Escenario 03.....115

Figura IV-22: Transito del embalse Antauta para TR =50 Años – Escenario 03.....116

Figura IV-23: Transito del embalse Buenavista para TR =50 Años – Escenario 03. ...116

Figura IV-24: Transito del embalse Macarimayo para TR =50 Años – Escenario 03. .117

Figura IV-25: Transito del embalse Parina para TR =50 Años – Escenario 03.....117

Figura IV-26: Transito del embalse Quenamari para TR =50 Años – Escenario 03. ...118

Figura IV-27: Transito del embalse Antacalla para TR =50 Años – Escenario 04.....121

Figura IV-28: Transito del embalse Antauta para TR =50 Años – Escenario 04.....121

Figura IV-29: Transito del embalse Buenavista para TR =50 Años – Escenario 04. ...122

Figura IV-30: Transito del embalse Macarimayo para TR =50 Años – Escenario 04. .122

Figura IV-31: Transito del embalse Parina para TR =50 Años – Escenario 04.....123

Figura IV-32: Transito del embalse Quenamari para TR =50 Años – Escenario 04. ...123

Figura IV-33: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Antacalla (izquierda) y Antauta (derecha) – Escenario 02.....126

Figura IV-34: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Buenavista (izquierda) y Macarimayo (derecha) – Escenario 02.....127

Figura IV-35: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Parina (izquierda) y Quenamari (derecha) – Escenario 02.....127

Figura IV-36: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Antacalla (izquierda) y Antauta (derecha) – Escenario 03.....127

Figura IV-37: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Buenavista (izquierda) y Macarimayo (derecha) – Escenario 03.....	128
Figura IV-38: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Parina (izquierda) y Quenamari (derecha) – Escenario 03.....	128
Figura IV-39: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Antacalla (izquierda) y Antauta (derecha) – Escenario 04.....	128
Figura IV-40: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Buenavista (izquierda) y Macarimayo (derecha) – Escenario 04.....	129
Figura IV-41: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Parina (izquierda) y Quenamari (derecha) – Escenario 04.....	129
Figura IV-42: Comportamiento de reducción de avenidas - escenario 02.	131
Figura IV-43: Comportamiento de reducción de avenidas – escenario 03.....	131
Figura IV-44: Comportamiento de reducción de avenidas– escenario 04.....	131
Figura IV-45: Caudales máximos instantáneos en la cuenca del río Ramis.....	133
Figura IV-46: Tramo completo del río Ramis para la simulación hidráulica.....	135
Figura IV-47: Perfiles hidráulicos de los caudales máximos instantáneos para 25 años de periodo de retorno en el río Ramis.	136
Figura IV-48: Perspectiva del tramo de simulación del río Ramis para 25 años de periodo de retorno.....	137

RESUMEN

Uno de los problemas principales en la cuenca baja del río Ramis son las inundaciones, sabemos que estos problemas han sido controlados temporalmente, por medio de la construcción de defensas ribereñas y diques de encausamiento en tramos vulnerables del río Ramis, tomando en cuenta que estas medidas estructurales no han dado una solución definitiva al problema de inundaciones. Frente a esta problemática, el presente trabajo de investigación pretende plantear una solución, a través de los efectos que tienen los embalses en el almacenamiento temporal de las máximas crecidas, reduciendo la intensidad del hidrograma de avenida ocurridas en las cabeceras de la cuenca, el cual, combinados con la topografía laminan las avenidas para luego liberarlas moderadamente reduciendo una probable creciente en las partes bajas.

Metodológicamente, se usarán los modelos hidrológicos incorporados en los software HEC-GeoHMS, HEC-HMS, ArcHydro y HEC-RAS, todos desarrollado por la *U.S. Army Corps of Engineers* de los Estados Unidos y el ESRI. Para el modelamiento Hidrológico se usaron DEM's del Satélite ASTER GDEM, que con la ayuda del software ArcHydro, se identifican y delimitan las sub cuencas en análisis, también se calcula el número curva con una metodología distribuida, y con la ayuda del software HEC-GeoHMS se modela los parámetros hidrológicos espaciales para la generación del proyecto en HEC-HMS, posteriormente se analizan y validan los modelos generados y se establecen diferentes situaciones actual y futuras, obteniendo así los caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno en diferentes puntos de interés donde se ubican los embalses. Posteriormente se analiza la respuesta hidrológica de los embalses propuestos y cuál es su efecto en las partes bajas de la cuenca. En cuanto al modelamiento Hidráulico, se procederá a realizar un análisis preliminar del comportamiento de los tirantes del río Ramis en todo su tramo en la parte baja de la cuenca.

Como resultados tendremos un análisis de la influencia de los seis embalses propuestos, y en cuanto reducen las ondas de avenidas en la cabecera de la cuenca del río Ramis, llevando a cabo un análisis de un porcentaje de reducción de cada embalse así como su comportamiento en diferentes periodos de retorno.

Palabras Clave: Transito de Avenidas, Embalses, Numero Curva, Modelos Hidrológicos.

ABSTRACT

One of the main problems in the low river basin of the Ramis river is the floods, we know that these problems have been controlled temporarily, by means of the construction of bank defenses and docks of prosecution invulnerable sections of the Ramis river, taking into account that these structural measures have not provided a definitive solution to the problem of floods. Against this problematic one, the present work of investigation tries to raise a solution, through the effects that have the dams in the temporary storage of the principles wave discharge, reducing the intensity of the hydrograph of flow happened in the heads of the river basin, which, combined with the topography laminate the flow soon to release moderately reducing them a probable flood in the downstream.

Methodologically, hydrological models incorporated in HEC-GeoHMS, HEC-HMS, ArcHydro y HEC-RAS will be used, all developed by the U.S.Army Corps of Engineers the United States and the ESRI. For the Hydrologic modeling they were used DEM's of the Satellite ASTER GDEM, that with the aid of software ArcHydro, identifies and delimits sub river basins in analysis, also calculates the curved number with a distributed methodology, and with the aid of software one models the space hydrologic parameters for the generation of the project in HEC-GeoHMS, later they analyze and they validate the generated models and different situations present and future, obtaining therefore the instantaneous maximum volumes for different periods from return in different points from interest settle down where the dams are located. Later the hydrologic answer of the proposed dams is analyzed and which is its effect in the low parts of the river basin. As far as the Hydraulic modeling, it will be come to realise a preliminary analysis of the behavior of the braces of the Ramis river in all their section in the low part of the river basin.

As results we have an analysis of the influence of the six proposed dams, and as soon as they reduce the waves of flow in the head of the river basin of the Ramis river, carrying out an analysis of a percentage of reduction of each dam as well as its behavior in different periods from return.

Keywords: Routing waves, Reservoirs, Curve Number, Hydrologic Model.

INTRODUCCION

El presente proyecto de investigación pretende realizar un aporte en la ingeniería de recursos hídricos respecto a eventos extremos y la prevención de desastres, que sufren cada cierto tiempo la parte media y baja de la cuenca del río Ramis, que van afectando considerablemente el desarrollo de las poblaciones aledañas; proponiendo el manejo y control de avenidas en las cuencas altas con la implementación de proyectos hidráulicos como es el caso específico de los embalses, que se encarguen en alterar la normal propagación de las ondas de avenidas.

El objetivo principal en este proyecto de investigación es evaluar el efecto de los embalses en el control de avenidas en la cuenca del río Ramis, y analizar su influencia tanto en cada uno de los seis embalses propuestos como en la parte baja de la cuenca, desarrollando modelos y aplicando herramientas informáticas para la generación de caudales máximos instantáneos.

Con la información cartográfica de DEM's, coberturas de uso de suelos y grupo hidrológico de suelos, y además de información hidrometeorológica, se ha elaborado un modelo hidrológico de la cuenca del río Ramis dividiéndola en varias sub cuencas, modelándolos con la ayuda del programa ARCGIS y sus extensiones ARCHYDRO y HEC-GeoHMS, además, de realizar el cálculo los principales parámetros como el de numero curva de forma distribuida, para el modelo de precipitación escorrentía propuesto por el Servicio de Conservación de suelos del Departamento de Agricultura de EEUU, que será finalmente modelado con el programa HEC-HMS, obteniendo caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno en distintos puntos de interés, tomando en cuenta el tránsito de avenidas en cada uno de los embalses propuestos para diferentes situaciones, y evaluando su respuesta a la atenuación de la onda de avenida en cada uno de los embalses, y los puntos de interés en la parte baja de la cuenca, también, se evalúa hidráulicamente el comportamiento hidráulico del río Ramis de manera preliminar mediante el programa HEC-RAS, para un determinado periodo de retorno.

CAPITULO I

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento.

En la actualidad uno de los principales problemas que aquejan a las poblaciones bajas de la cuenca del río Ramis, son las inundaciones, que se muestran periódicamente debido a la ocurrencia de precipitaciones que se presentan con bastante intensidad en las partes altas de la cuenca, transformándose en escorrentía, acumulándose y escurriendo aguas abajo, en forma de avenidas, afectando notablemente la parte media y baja de la cuenca, estos fenómenos naturales afectan áreas agrícolas e infraestructura a su paso, causando pérdidas económicas y hasta en algunos casos la pérdida de vidas humanas (Fuente: Noticiero Enlace Nacional jueves 04 de febrero del 2010, Ref 33).

Estos problemas han sido controlados temporalmente, por medio de la construcción de defensas ribereñas y diques de encausamiento en tramos vulnerables del río Ramis, estas medidas estructurales implementadas no han dado una solución definitiva al problema de inundaciones en la cuenca del río Ramis, ya que los mismos no tienen una vida útil mayor a 10 años, además de que están expuestos a constantes cambios de sección del cauce, inclemencias del tiempo, intervenciones de la mano del hombre, entre otros.

Uno de estos eventos ocurridos en estos últimos años, ocurrió en enero del 2010; el desborde del río Ramis producto de las lluvias, granizadas y nevadas registradas en la parte alta de la cuenca del río Ramis, dejaron 7,655 damnificados y 4,495 afectados, según el reporte de daños del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Además, de acuerdo a la evaluación de daños elaborado con información proporcionada por los comités provinciales y distritales de Defensa Civil de Puno; 38,651 hectáreas de cultivo fueron afectadas, mientras que 2,173 viviendas colapsaron y otras 994 resultaron dañadas.

Asimismo, se precisa que el distrito de Taraco, en la provincia de Huancané, es la localidad más afectada por el desborde del río Ramis con 7,350 damnificados y 90 afectados, mientras que en la provincia de Azángaro hay 3,966 afectados y 240 damnificados.

Frente a esta problemática, una de las medidas que no se ha tomado en cuenta en la cuenca del río Ramis y en otras cuencas vecinas, es el manejo de inundaciones, a través de la reducción de la intensidad de avenidas mediante la construcción de embalses de almacenamiento.

Estos embalses, almacenan las crecientes ocurridas en las partes altas de las cuencas, el cual combinados con la topografía laminan las avenidas para luego liberarlas moderadamente reduciendo notablemente el pico del hidrograma del cauce.

Por tal razón, siguiendo las nuevas tendencias en el tratamiento de los problemas de recursos hídricos, es necesario conocer el comportamiento de las avenidas, con la implementación de embalses en la cuenca del río Ramis, mitigando la probable ocurrencia de inundaciones aguas abajo reduciendo la pérdida de áreas de cultivo, pérdidas económicas y evitar la vulnerabilidad de las poblaciones en la parte baja de la cuenca, entonces, toda esta problemática se resumiría en las siguientes interrogantes:

INTERROGANTE GENERAL

¿Es posible reducir el efecto de las avenidas por medio de embalses en la cuenca del río Ramis?

INTERROGANTES ESPECÍFICAS:

- 1.- ¿Cuál es la respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis, si se construyeran embalses de regulación de avenidas?
- 2.- ¿De qué manera estos embalses influyen en el comportamiento hidráulico del río Ramis?

1.2. Antecedentes

Los siguientes estudios han sido realizados en relación al proyecto de investigación:

1.2.1. Antecedentes del Tema de Investigación.

- a. La Autoridad Nacional del Agua, (Lima, 15 de julio de 2011), y las instituciones integrantes del Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (SINAGERD), sostuvieron una importante reunión con el objetivo de establecer alianzas estratégicas para la prevención y atención de emergencias por inundaciones. Como parte de los acuerdos, se determinaron mecanismos de cooperación para la agilización de procesos que faciliten el afianzamiento de proyectos de infraestructura hidráulica preventiva, y alternativas para la identificación de zonas de riesgo a nivel nacional.
- b. En Puerto Rico, 2009, Se comenzará la construcción de la Represa Portugés, tras una inversión estimada de \$375 millones, ya presupuestados y a cargo del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (*U.S. Army Corps of Engineers*). Debido a que en tiempos de huracán o inundaciones, esta represa le va a ahorrar muchísimo dinero al pueblo de Ponce en Puerto Rico en lo que se refiere a prevención de inundaciones.
- c. El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (*U.S. Army Corps of Engineers*). (1992), tubo a cargo, la construcción de la represa Cerrillos es única en el Caribe pues está construida de tierra y piedra. Tiene 323 pies de altura y 1,555 pies de ancho. La represa y embalse Cerrillos de Ponce es parte de un proyecto de control de inundaciones a un costo de cientos de millones de dólares invertidos en los pasados 20 años. Este proyecto ha convertido en gigantescos canales los cauces de los ríos Bucaná, lo que permiten fluyan con facilidad las escorrentías en época de inundaciones. Esta represa ya le ha ahorrado a Ponce más de \$300 millones en prevención de inundaciones.
- d. La Presa Hoover (*Hoover Dam*, en inglés) fue construido en 1931 y puesto en operación en 1936, administrado por la *U.S. Bureau of Reclamation*, es una presa de hormigón de arco-gravedad, ubicada en el curso del río Colorado, en la frontera entre los estados de Arizona y Nevada (EE. UU.). Antes de la construcción de la presa, la cuenca de Río del Colorado se desbordaba cuando la nieve de las Montañas Rocosas se derretía. Estas inundaciones ponían en peligro a las

comunidades agrícolas río abajo. Esta presa además de la esencial prevención de inundaciones, hace posible la extensión de la agricultura de regadío en las regiones secas y también proporcionaría un suministro de agua para Los Ángeles y otras comunidades de California del Sur, (Fuente: Wikipedia)

- e. La represa de Salvajina (1985) es una obra hidroeléctrica en el Río Cauca, ubicada en el corregimiento de Buenos Aires, municipio Suarez, Departamento Cauca en el suroccidente de Colombia. El embalse tiene una extensión de 31 kilómetros. Los motivos por la construcción fueron la evitación de inundaciones, producción de energía y mantenimiento de un nivel de bajo de contaminación en la zona de extracción de agua potable para la ciudad de Cali. La dueña de la instalación es la Empresa EPSA. (Fuente: Wikipedia)

1.2.2. Antecedentes del área de Estudio.

- a. En enero del 2010, ocurrió el desborde del río Ramis producto de las lluvias, granizadas y nevadas registradas en la parte alta del río Ramis, han dejado 7,655 damnificados y 4,495 afectados, según el reporte de daños del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). De acuerdo a la evaluación de daños elaborado con información proporcionada por los comités provinciales y distritales de Defensa Civil de Puno, 38,651 hectáreas de cultivo están afectadas, mientras que 2,173 viviendas colapsaron y otras 994 resultaron dañadas.
- b. En el año 2010, el PELT plantea el fortalecimiento y construcción de defensas ribereñas para las comunidades de Cupisco y de Chucaripo (Samán) donde con más frecuencia se desborda el río Ramis. La construcción demandará de seis kilómetros de defensas ribereñas, tendrá un costo de 539 mil nuevos soles.
- c. En el año 2007 la municipalidad distrital de Saman plantea la Rehabilitación y Protección de Defensa Ribereña Rio Ramis - C.C. Chacamarca, Distrito de Saman - Azangaro – Puno, con una construcción de la defensa ribereña en el margen derecho e izquierdo con una longitud de 5.6 km Sector Chacamarca I y II.
- d. En el año 1995, el Plan Director Binacional del sistema TDPS, plantea la construcción de embalses tomando en cuenta que planeando embalses se puede reducir de alguna manera el caudal punta, atenuando dicho caudal, tomando en

cuenta en la capacidad de evacuación, los resguardos de laminación para mantener una laminación y normas de gestión en situaciones de avenidas.

- e. En el año 1995, el Plan Director Binacional del sistema TDPS, también plantea. Como complemento a las medidas estructurales de atenuación de avenidas, la adopción de medidas preventivas que permitan reducir los daños en las áreas inundables. Se trata básicamente de la zonificación de áreas vulnerables a inundaciones, dicha delimitación estaría acompañada de una definición de los tipos de infraestructura y actividades permitidas en cada zona, conectados con la red hidrográfica para almacenar temporalmente parte de los volúmenes de avenidas.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

- Evaluar el efecto de los embalses en el control de avenidas en la cuenca del río Ramis.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la capacidad de retención de avenidas de cada uno de los embalses propuestos.
- Evaluar el comportamiento hidráulico del río Ramis frente a la implementación de embalses de control de avenidas.

CAPITULO II

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Efecto de los embalses en el control de avenidas

Según la revista GEOGRAPHICALIA (2003) y el Instituto Pirenaico de Ecología de Zaragoza, España, se estudia el efecto de los embalses en la reducción de la intensidad de avenidas que afectan a los ríos pirenaicos. Se trata de un fenómeno complejo en el que interviene la capacidad de retención de cada embalse, las funciones que desarrollan, el régimen de llenado y vaciado y su ubicación cuando aparecen formando un sistema múltiple. La combinación de estos factores explica los distintos porcentajes de reducción de los caudales más elevados observados en la zona de estudio. A pesar de la existencia de una gran variabilidad de reducción de avenidas, en conjunto los caudales más elevados de los ríos pirenaicos disminuyen de una forma notable.

2.2. Diseño de embalses para el control de crecientes

Según VEN TE CHOW (1994, p535). Los embalses de detención de aguas de lluvia son uno en los medios utilizados para manejar las aguas de las tormentas. Un embalse de ese tipo puede variar desde una simple estructura tal como el efecto de remanso aguas arriba de una alcantarilla de carretera hasta un embalse grande son mecanismos de control sofisticados.

La detencion es mantener la escorrentia por un periodo corto antes de devolverlo a su curso de agua natural. Los terminos “Detencion” y “Retension” tienden a ser confundidos. La retension es mantener el agua en un sitio de almacenamientodurante un periodo considerable con propositos esteticos, de consumo, para agricultura y otros. Puede que el agua nunca se descargue en un curso de agua natural y por el contrario sea consumida por plantas, evaporacion o infiltracion en el suelo. Las estructuras de detension generalmente

no reducen en forma significativa el volumen total de la escorrentía superficial, sino que simplemente reducen las tasas de caudal pico redistribuyendo el hidrograma de caudal.

2.2.1. Dimensionamiento de embalses

Según CARRASCO (2005, p14). Para calcular el volumen de embalse se comienza por identificar los ciclos de déficit. Un ciclo de déficit es un periodo de tiempo en que las aportaciones acumuladas son inferiores a las demandas acumuladas. Un ciclo de déficit comienza cuando se produce un déficit cualquiera. A partir de ese momento se acumulan las aportaciones y se acumulan las demandas. El ciclo finaliza cuando las aportaciones acumuladas igualan a las demandas acumuladas.

Según APARICIO (1992, p69). Un vaso de almacenamiento sirve para regular los escurrimientos de un río, es decir, para almacenar el volumen de agua que escurre en exceso en las temporadas de lluvia para posteriormente usarlo en las épocas de sequía, cuando los escurrimientos son escasos. Los vasos de almacenamiento pueden tener uno o varios propósitos como: Irrigación, Generación de energía eléctrica, control de avenidas, entre otros.

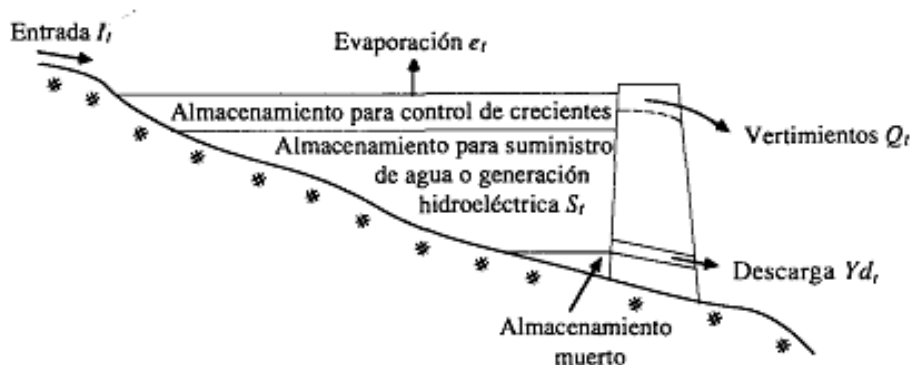


Figura II-1: Zonas de almacenamiento en un embalse multipropósito.

Fuente: "Hidrología Aplicada" Ven Te Chow, Ref: 6.

2.3. Utilización de sistemas de embalses para el control de avenidas

Según LLANOS (2003, p274). En zonas de alto riesgo hidrológico, como por ejemplo en las cuencas altas de la vertiente mediterránea, en España, es frecuente la redacción de planes de defensa contra avenidas.

Estos, apoyados en modelos matemáticos de simulación y complementados con los actuales sistemas automáticos de información y predicción hidrológica, permiten establecer las estrategias a seguir en una determinada cuenca hidrográfica para afrontar un evento hidrológico extraordinario.

2.4. Reserva de capacidad de embalses para la laminación de avenidas.

Según LLANOS (2003, p274). La fijación de resguardos estacionales en los embalses resuelve, en ocasiones, el problema de la insuficiente capacidad de los aliviaderos de superficie. Ello implica la definición de unas normas de explotación estrictas del embalse que deberán ser de ineludible aplicación. Presenta el inconveniente, no obstante, de exigir una reducción del volumen almacenado en el embalse en épocas de avenida.

2.5. Medidas que modifican la susceptibilidad a la inundación

Son aquellas que actúan sobre el medio físico y social sobre el cual se producen las inundaciones, procurando que los mismos sean menos susceptibles de dañarse o verse afectados como la regulación de la planicie de inundación.



Figura II-2: Regulación del espacio en valles de Inundación.

Fuente: Gestión de Inundaciones.

2.6. Análisis de planicies de inundación

Según VEN TE CHOW (1994, p531). Una planicie o llanura de inundación es un área usualmente seca adyacente a ríos, corrientes, lagos, bahías, océanos, la cual se inunda

durante eventos de crecientes. Las causas más comunes de inundación son las crecientes de corrientes y de ríos y las mareas anormalmente altas que resultan de tormentas severas. La planicie de inundación puede incluir al ancho total de valles angostos o áreas amplias localizadas a lo largo de ríos en valles amplios y planos. Tal como se muestra es la siguiente figura, el canal y la planicie de inundación son partes integrales de la conducción natural de una corriente. La planicie de inundación mueve el caudal que excede la capacidad del canal y a medida que el caudal crece, aumenta el flujo sobre la planicie de inundación.

El primer paso en cualquier análisis de una planicie de inundación es recolectar información, incluyendo mapas topográficos información sobre flujos de creciente si existe alguna estación de aforo en la cercanías, información de lluvia si no existe información de caudales de crecientes y secciones transversales levantadas topográficas y estimaciones de la rugosidad del canal en un cierto número de puntos a lo largo del lecho.

Se requiere de una determinación del caudal de creciente para el periodo de retorno deseado. Si existen registros de caudales de ríos, puede llevarse a cabo un análisis de frecuencia de caudales de crecientes. Si no hay registros de caudal disponibles, se debe llevar a cabo un análisis de lluvia – escorrentía con el fin de determinar el caudal de creciente. Se determina el hietograma de lluvia para el periodo de retorno deseado, se encuentra un hidrograma unitario sintético para cada sub área de la cuenca de drenaje y se calcula el hidrograma de escorrentía directa de cada sub área. Los hidrogramas de escorrentía directa de cada sub área se transitan aguas abajo y se suman para determinar el hidrograma de escorrentía directa total en la parte más baja de la cuenca de drenaje.

Una vez que se ha determinado e caudal de creciente para el periodo de retorno deseado, el siguiente paso es determinar el perfil de la superficie de agua a lo largo del canal. Este análisis puede llevarse a cabo suponiendo flujo permanente, gradualmente variado, no uniforme, utilizando un modelo unidimensional como el HEC-2 (*U. S. Army Corps of Engineers, 1982*), o un modelo bidimensional basado en diferencias finitas o elementos finitos (Lee y Bennett, 1981). Los modelos unidimensionales solamente permiten que las propiedades del flujo varíen a lo largo del canal, mientras que los modelos bidimensionales también tienen en cuenta cambios a lo ancho, en la sección transversal. En forma opcional puede llevarse a cabo un análisis de flujo no permanente con el fin de

identificar la máxima elevación de la superficie del agua en diferentes secciones transversales durante la propagación de la onda de creciente a través del tramo del río. Los modelos de flujo no permanente son necesarios para la delineación de las planicies de inundación en grandes lagos, debido a que el almacenamiento en el lago altera la forma y el caudal pico del hidrograma de crecientes a medida que el flujo pasa a través de él.

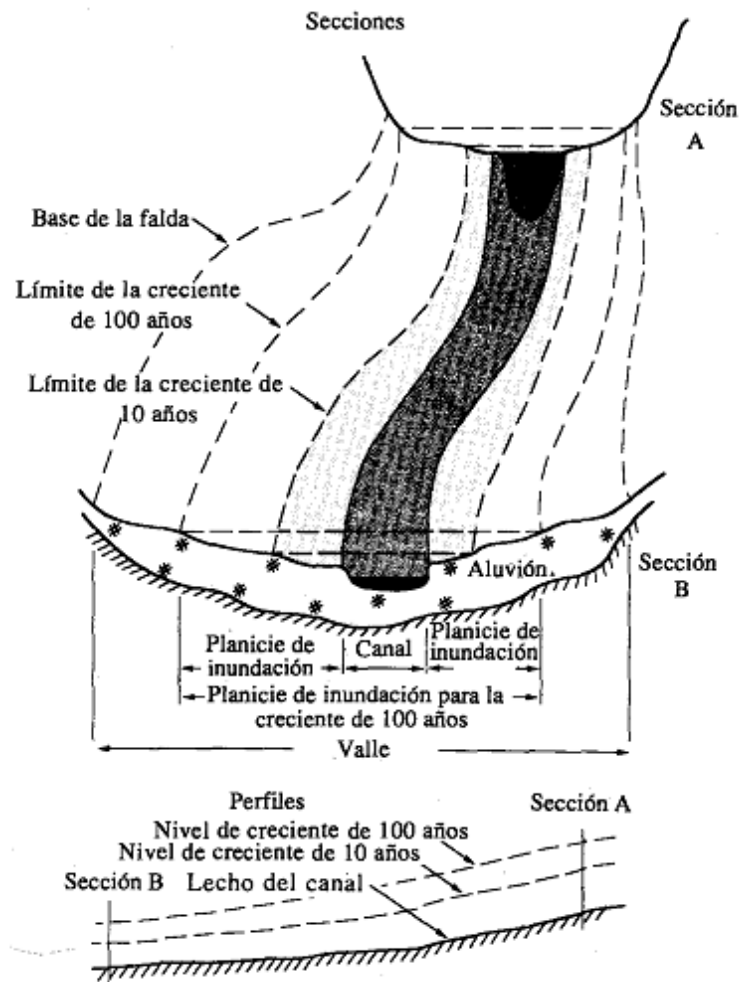


Figura II-3: Secciones y Perfiles típicos de un tramo de valle.

Fuente: Waanamen et al. 1977, mencionado por Chow.

2.7. Eventos extremos

2.7.1. Funciones de distribución de probabilidad

Para estimar la magnitud del evento asociado a un periodo de retorno, es necesario el análisis de frecuencias, por tal razón se realiza un ajuste a la serie de precipitaciones máximas en 24 horas a una función de distribución de probabilidad adecuada

En la estadística existen decenas de funciones de distribución de probabilidad teórica, y obviamente no es posible probarlas todas para un problema particular, por lo tanto es necesario escoger uno de estos modelos, considerando como criterios de elección del mejor ajuste a los límites de aplicabilidad y selección de la mejor función de distribución de probabilidad mediante métodos como el gráfico, error cuadrático mínimo, pruebas de bondad de ajuste y Smirnov Kolmogorov.

Según ESCALANTE (2002, p50). Las funciones de distribución de probabilidades usadas son: Normal, Log normal, Log normal 3, Pearson Tipo III, Log Pearson tipo III, Gamma y Gumbel, cada uno de estas distribuciones con sus respectivos métodos de estimación de parámetros de las funciones probabilísticas tales son el caso del método de momentos y de máxima verosimilitud.

2.7.2. Distribución Normal

El método de momentos fue desarrollado por primera vez por Karl Pearson en 1902. Él consideró que unos buenos estimativos de los parámetros de una función de probabilidad son aquellos para los cuales los momentos de la función de densidad de probabilidad alrededor del origen son iguales a los momentos correspondientes de la información de la muestra.

El método de momentos selecciona valores para los parámetros de la función de densidad de probabilidad de tal manera que sus momentos son iguales a aquellos de la información de la muestra.

$$\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \bar{X}$$

La media o promedio es el estimador que corresponde a la función teórica de probabilidad que es:

$$u = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

Originalmente Pearson consideró solamente momentos alrededor del origen, pero posteriormente se volvió común el uso de la varianza como el segundo momento central,

$$\sigma^2 = E\left[\left(x - u\right)^2\right],$$

y el coeficiente de asimetría como el tercer momento central estandarizado,

$$\gamma = E\left[\frac{(x-u)^3}{\sigma^3}\right],$$

para determinar el segundo y el tercer parámetro de la distribución.

Cuando la distribución de probabilidad, a la que se estima los parámetros por este método es simétrica y particularmente si es normal, se puede demostrar que este método es muy eficiente, pero cuando las distribuciones son asimétricas y por lo tanto sesgadas, como ocurre muy a menudo con las variables hidrológicas, el utilizar este método representa una pérdida de eficiencia en la estimación.

2.7.3. Distribución Log Normal

Si la variable aleatoria $Y = \log X$ está normalmente distribuida, entonces se dice que X está distribuida en forma lognormal. Esta función fue estudiada por primera vez por Galtón en el año de 1875, por eso es que se le llama también función de Galtón.

Por el teorema del límite central, tenemos que si X es una variable aleatoria con distribución normal, se puede esperar una variable $y = \ln x$, también con distribución normal con media μ_y y varianza σ_y^2 , se usan estos parámetros para especificar que la distribución es logarítmica, puesto que también puede usarse la media y la varianza de x .

Función de densidad de probabilidad

La función densidad de distribución normal para Y es:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2}$$

Para $-\infty < y < +\infty$

Refiriendo la función de distribución de $f(y)$ con $f(x)$, se tiene:

$$f(x) = f(y) \frac{d_y}{d_x}$$

$$\text{Como } Y = \ln x \Rightarrow \left| \frac{d_y}{d_x} \right| = \frac{1}{x}, X > 0$$

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} x \sigma_y} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2}$$

Para $X > 0$

$f(y)$ = Es la función de densidad de la distribución normal para y con media μ_y y variancia σ_y^2 .

$f(x)$ = Es la función de densidad de la distribución Log - Normal para X con parámetro μ_y y σ_y^2 .

Las tablas de distribución normal estándar pueden ser usadas para evaluar la distribución Log Normal.

Como $f(x) = f(y)/x$; pero $f(y)$ es una distribución normal tenemos: $f(x) = f(z)/x\sigma_y$.

Función de distribución acumulada

La función de distribución acumulada para X e Y es:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \frac{1}{x\sigma_y} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}\right]^2} dx$$

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{y=-\infty}^y e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{y - \mu_y}{\sigma_y}\right]^2} dy$$

Los valores de la función de distribución de probabilidad $F(y)$ se obtienen usando la fórmula de Abramowitz y Stegún si la variable estandarizada se define como:

$$Z = \frac{y - \mu_y}{\sigma_y}$$

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

Para la estimación de los parámetros μ_y y σ_y de la función de Distribución Acumulada $F(x)$ se estimaron por 2 Métodos de estimación.

2.7.4. Distribución Log Normal III

Es una función de distribución análoga a la anterior con la única diferencia que el límite inferior no es cero, fue introducida por primera vez por R. Gibrart el cual la llamó la ley de efectos proporcionales.

Difiere de la distribución Log Normal de II parámetros por la introducción de un límite inferior X_0 , tal que: $y = \ln(x - x_0)$.

Función de densidad de probabilidad

La función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x-x_0)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2}$$

Para $x > x_0$

Donde:

x_0 = Parámetro de posición

μ_y = Parámetro de escala o media

σ_y^2 = Parámetro de forma o varianza

Haciendo la transformación $y = \ln(x-x_0)$; la función de densidad reducida es:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2}$$

Para $-\infty < y < +\infty$

$$\text{si } z = \frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \Rightarrow f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2}$$

Función de distribución acumulada

La función de distribución acumulada del Método Log - Normal de III Parámetros es:

$$F(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \int_{x_0}^x e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln(x-x_0)-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2} dx$$

$$F(y) = \frac{1}{\sigma_y\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^y e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{y-\mu_y}{\sigma_y}\right]^2} dy$$

$$\text{Como } z = \frac{y-\mu_y}{\sigma_y} \Rightarrow f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-z^2} dz$$

Las funciones: $F(x)$ y $F(y)$ son iguales.

La función $F(z)$ es una distribución normal estándar, la que puede ser usada para evaluar la distribución Log Normal.

Para la estimación de los parámetros de X_0 , μ_y y δ_y de la Función de Distribución Acumulada $F(x)$ se tienen 2 Métodos de estimación.

2.7.5. Distribución Pearson Tipo III

Según VEN TE CHOW (1994, p386). La distribución Pearson Tipo III se aplicó por primera vez en la Hidrología por Foster (1924) para describir la distribución de probabilidad de picos crecientes máximos anuales. Cuando la información es muy asimétrica positivamente, se utiliza una transformación Log para reducir la asimetría.

La distribución Pearson Tipo III, También llamada la distribución gamma de tres parámetros, introduce un tercer parámetro, el límite inferior o parámetro de posición ε , de tal manera que por el método de los momentos, los tres momentos de la muestra (la media, la desviación estándar y el coeficiente de asimetría) pueden transformarse en los tres parámetros λ , β , ε de la distribución de probabilidad.

Función de densidad de probabilidad Pearson Tipo III

$$f(x) = (\lambda^\beta (x - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(x-\varepsilon)}) / \Gamma(\beta) \text{ para } x \geq \varepsilon$$

El sistema de distribuciones Pearson incluye siete tipos; todos son soluciones para $f(x)$ en una ecuación de la forma:

$$d(f(x)/dx = (f(x) * (x - d)) / (C_0 + C_1 * x + C_2 * x^2)$$

Donde d es la moda de la distribución (el valor de x para la cual $f(x)$ es un máximo) y C_0 , C_1 y C_2 son coeficientes que deben determinarse. Cuando $C_2 = 0$ es la solución de la ecuación anterior, es una distribución Pearson tipo III, con una función de densidad de probabilidad según la ecuación anterior Para $C_1 = C_2 = 0$, la solución de la ecuación anterior es una distribución normal.

Según Markovick, 1965, mostró que no hay diferencia entre el ajuste de una distribución Gamma y una Log Normal, esta función de distribución es muy popular debido a que cuando el coeficiente de asimetría se iguala a cero se obtiene la distribución Normal.

Función de densidad de probabilidad

Se dice que una variable aleatoria X tiene una distribución Tipo III si su función densidad de probabilidades con origen en la moda, está dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1 - 1} * e^{-\left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right)}$$

Donde α_1 , β_1 y δ_1 , son los parámetros de la función $\Gamma(\beta_1)$ es la función Gamma.

En la tabla de función gama se halla las propiedades básicas y la tabla de valores de la función Gamma.

Para: $\delta_1 \leq x < \infty$

Donde:

δ_1 = Parámetro de Posición

α_1 = Parámetro de escala

β_1 = Parámetro de forma

La variable reducida.

$$y = \frac{x - \delta_1}{\alpha_1}$$

Por lo que

$$f(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta_1)} y^{\beta_1 - 1} * e^{-y}$$

Función de distribución acumulada.

La función de distribución acumulada de la distribución Pearson Tipo III es:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \int_0^x e^{-\left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right)} * \left(\frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right)^{\beta_1 - 1} dx$$

Combinando las ecuaciones anteriores se tiene:

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta_1)} \int_0^y y^{\beta_1 - 1} e^{-y} dy$$

La ecuación anterior es una función de distribución Ji cuadrada con $2\beta_1$ grados de libertad y $X^2 = 2y$

$$F(y) = F\left(\frac{x^2}{v} \right) = F_{x^2} \left(\frac{2y}{2\beta_1} \right)$$

En las tablas de estadística se encuentra la función de distribución X^2

Según Aparicio 1996, manifiesta que la manera de usar la función de distribución Pearson Tipo III es estrictamente válida cuando $\beta_1 = n/2$, donde n es un entero positivo cualquiera si, como es común, $2\beta_1$ es no entero, puede tomarse como el entero más próximo o bien interpolar en la tabla N° A.2 del apéndice A. Cuando $\beta_1 < 0.3$, será necesario acudir a tablas de la función de distribución Gamma de un Parámetro.

Para la estimación de parámetros de la Función Acumulada $F(x)$ se tiene 2 Métodos de Estimación.

2.7.6. Distribución Log Pearson tipo III

Según VEN TE CHOW (1994, p386). Si $\log X$ sigue una distribución Pearson Tipo III, entonces se dice que X sigue una distribución Log - Pearson tipo III. Esta es la distribución estándar para análisis de frecuencias de crecientes máximas anuales en los Estados Unidos (Benson, 1968).

La localización del límite X_0 en la distribución Log - Pearson Tipo III depende de la asimetría de la información, se plantea 2 casos:

Si la información tiene asimetría positiva, entonces $\log x \geq X_0$ y X_0 es un límite inferior.

Si la información tiene asimetría negativa, $\log x \leq X_0$ y X_0 es un límite superior.

Según Bobee, 1975. La transformación Log reduce la asimetría de la información transformada y puede producir información transformada con asimetría negativa utilizando información original con asimetría positiva. En este caso, la aplicación de la distribución Log - Pearson Tipo III impondría un límite superior artificial a la información.

Función de densidad de probabilidad.

El primer paso es tomar los logarítmicos de la información hidrológica, $Z = \log x$, mayormente se utilizan logaritmos con base 10, se calculan la media X , la desviación estándar S_x y el coeficiente de asimetría C_s para los logaritmos de los datos.

La función de densidad para X y Z se da a continuación:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta_1)} \left(\frac{\log x - x}{\alpha} \right)^{\beta_1 - 1} * e^{-(\log x - x)/\alpha}$$

Si se hace una transformación: $Z = \log(x)$ La función densidad reducida es:

$$f(z) = \frac{(z - z_0)^{\beta-1}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} * e^{-(z-z_0)/\alpha}$$

Donde:

Z = Variable aleatoria con distribución Pearson Tipo III

X = Variable aleatoria con distribución Log - Pearson Tipo III

Z0 = Parámetro de Posición

α = Parámetro de escala

β = Parámetro de forma

En el caso de la distribución Log - Pearson Tipo III: $X = 10z$, la variable reducida es:

$$Y = \frac{Z - Z_0}{\alpha}$$

Por lo que la ecuación queda de la siguiente manera:

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

Función de distribución acumulada

La función de distribución acumulada de la distribución Log Pearson Tipo III es:

$$F(z) = \int_{z_0}^z \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{z - z_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} * e^{-\frac{(z-z_0)}{\alpha}} dz$$

Sustituyendo las ecuaciones anteriores se obtiene lo siguiente:

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^y y^{\beta-1} * e^{-y} dy$$

La ecuación anterior es una distribución Ji cuadrada con 2β grados de libertad y $X^2=2y$

$$F(y) = F\left(x^2 / \nu\right) = F_{x^2}(2y / 2\beta)$$

Para la estimación de los parámetros Z_0 , α y β de la función acumulada se usaron 2 métodos de estimación.

2.7.7. Distribución Gamma

Según ESCALANTE (2002, p53). Este modelo es una generalización del modelo Exponencial ya que, en ocasiones, se utiliza para modelar variables que describen el tiempo hasta que se produce p veces un determinado suceso. Su función de densidad es de la forma:

Función de distribución acumulada.

$$F(X) = \int_0^x \frac{X^{\beta-1} e^{-x/\alpha}}{\alpha^{\beta} \Gamma(\beta)} dx$$

Función densidad de probabilidad.

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

Para:

$$0 < x < \infty$$

$$\text{Si: } \alpha > 0 \rightarrow \gamma > 0$$

$$\gamma > 0$$

Donde:

α : Parámetro de escala

β : Parámetro de forma.

$\Gamma(\beta)$: Función Gamma completa.

Además,

$$\mu = \beta\alpha$$

$$\sigma^2 = \alpha^2\beta$$

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta}}$$

2.7.8. Distribución Gumbel

Según PAULET (1974). El método de Gumbel se utiliza para predecir magnitudes máximas de variables hidrológicas asumiendo que estos valores son independientes entre

sí, también son usadas frecuentemente para el estudio de magnitud - duración - frecuencias de lluvias (Hershfiel 1961).

La función de densidad reducida de Gumbel (Tipo I) tiene la forma de la ecuación anterior pero con signo negativo.

Función de distribución acumulada.

La función de distribución acumulada, tiene la forma:

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

Para:

$$, \quad -\infty < x < +\infty \quad \quad \quad 0 < \alpha < +\infty \quad \quad \quad -\infty < \beta < +\infty$$

Donde:

El parámetro α se le conoce como parámetro de escala.

El parámetro β se le conoce como parámetro de posición.

Función densidad de probabilidad.

Derivando la función de distribución acumulada, con respecto a x, se obtiene la función de densidad de probabilidad, es decir:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$$

$$f(x) = \alpha * e^{\left[\pm\alpha(x-\beta) - e^{\pm\alpha(x-\beta)}\right]}$$

Para $-\infty < x < +\infty$,

El signo (+) se aplica para valores mínimos y el signo (-) se aplica para valores máximos (distribución Gumbel o Tipo I).

Si se hace la transformación:

$$Y = \alpha(x - \beta)$$

Con lo cual, la función densidad reducida es:

$$f(y) = e^{\left(\pm y - e^{\pm y}\right)}$$

El signo (+) se emplea para eventos mínimos y el signo (-) para eventos máximos.

La función de distribución acumulada es:

$$F(y) = e^{-e^{-y}} \rightarrow (\text{Máximo}) \quad F(y) = 1 - e^{-e^{-y}} \rightarrow (\text{Mínimo})$$

$$F(y)_{\min} = 1 - F(-y)_{\max}$$

Los valores correspondientes de x e y, están relacionadas por: $F(x) = F(y)$ y la relación:

$$y = \alpha(x - \beta) \quad \text{ó} \quad x = \beta + \frac{y}{\alpha}$$

2.8. Métodos de estimación de funciones de probabilidad

Según ESCALANTE (2002, p25). Existen varias técnicas para la estimación de los parámetros de una distribución entre estas tenemos:

- Método de Momentos
- Método de máxima verosimilitud
- Método de mínimos cuadrados
- Método gráfico

El objetivo de la estimación de los parámetros es de relacionar los registros observados (media, variancia, sesgo, etc.) de un fenómeno aleatorio con el modelo probabilístico seleccionado. En el presente trabajo de investigación solo se usaran los métodos de estimación de momentos y máxima verosimilitud según la función de distribución lo requiera, ver Cuadro VI-1.

Cuadro II-1: Métodos de estimación de parámetros de funciones de probabilidad

Distribución	Momentos	Maxima Verosimilitud
NORMAL	x	
LOG NORMAL	x	
LOG NORMAL 3	x	x
PEARSON TIPO III	x	x
LOG PEARSON TIPO III	x	x
GAMMA	x	x
GUMBEL	x	x

Fuente: Elaboración propia.

Entonces según el Cuadro II-1, se realizarán ajustes para funciones de distribución de probabilidad con sus respectivos estimadores tanto de momentos como de máxima verosimilitud, que hacen un total de (12) doce pruebas, para cada registro de precipitación máxima en 24 horas identificadas en el área del estudio.

2.8.1. Pruebas de ajuste

Según APARICIO (1992, p270). Se observa que la diferencia entre una y otra función puede ser apreciable, en muchos casos las diferencias son mucho mayores que las que resultan aquí. Una selección apresurada de cualquiera de las funciones podría traducirse en una estructura sobrediseñada y costosa o sub diseñada y peligrosa, por ello se debe seleccionar la función con cuidado.

Las pruebas estadísticas tienen por objeto medir la certidumbre que se obtiene al hacer una hipótesis estadística sobre una población. Es decir, calificar el hecho de suponer que una variable aleatoria se distribuye a un modelo probabilístico.

En el presente trabajo de investigación se realizarán las pruebas de ajuste más comunes y son:

- Método del error cuadrático mínimo
- Prueba de chi cuadrado
- Smirnov – Kolmogorow.

2.8.2. Método del error cuadrático mínimo

Según APARICIO (1992, p272). Este método consiste en calcular, para cada función de distribución, el error cuadrático.

$$C = \left[\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2 \right]^{1/2}$$

Donde

X_i = es el i-ésimo dato estimado

Y_i = es el i-ésimo dato calculado con la función de distribución bajo análisis

N = Número de datos

2.8.3. Prueba de Chi cuadrado

Según APARICIO (1992, p275). El test Chi-cuadrado es la más popular y fue propuesto por Karl Pearson en 1900, un ejemplo de los denominados test de ajuste estadístico, cuyo objetivo es evaluar la bondad del ajuste de un conjunto de datos a una determinada distribución candidata. Su objetivo es aceptar o rechazar la siguiente hipótesis:

“Los datos de que se dispone son una muestra aleatoria de una distribución $F_x(x)$ ”.

El procedimiento de realización del test Chi-cuadrado es el siguiente:

Se divide el rango de valores que puede tomar la variable aleatoria de la distribución en K intervalos adyacentes:

$$[a_0, a_1), [a_1, a_2), \dots, [a_{K-1}, a_K)$$

Pueden ser $a_0 = -\infty$ y $a_K = \infty$.

Sea N_j el número de valores de los datos que tenemos que pertenecen al intervalo

$$[a_{j-1}, a_j).$$

Se calcula la probabilidad de que la variable aleatoria de la distribución candidata $F_X(x)$ esté en el intervalo $[a_{j-1}, a_j)$. Por ejemplo, si se trata de una distribución continua, esa probabilidad sería:

$$p_j = \int_{a_{j-1}}^{a_j} f_X(x) dx$$

Siendo $f_X(x)$ la función densidad de probabilidad de la distribución candidata. También se puede hacer:

$$p_j = F_X(a_j) - F_X(a_{j-1})$$

Nótese que este es un valor teórico, que se calcula de acuerdo a la distribución candidata y a los intervalos fijados.

Se forma el siguiente estadístico de prueba:

$$\Delta = \sum_{j=1}^K \frac{(N_j - Np_j)^2}{Np_j}$$

Si el ajuste es bueno, Δ tenderá a tomar valores pequeños.

Rechazaremos la hipótesis de la distribución candidata si Δ toma valores “demasiado grandes”.

Nótese que para decidir si los valores son “demasiado grandes”, necesitamos fijar un umbral. Para ello se hace uso de la siguiente propiedad, que no demostraremos. Nótese que Δ es a su vez una variable aleatoria.

“Si el número de muestras es suficientemente grande, y la distribución candidata es la adecuada Δ tiende a tener a una distribución Chi-cuadrado de $(K - 1)$ grados de libertad”

En realidad, la afirmación anterior sólo es estrictamente cierta si no hay que estimar ningún parámetro en la distribución candidata. Si para definir la distribución candidata hay que estimar algún parámetro (su media, su varianza,...) el número de grados de libertad de la distribución Chi-cuadrado es $(K - 1 - \text{número de parámetros que hay que estimar a partir de los datos})$

Tenemos por tanto, que si la distribución candidata es la adecuada, conocemos la distribución del parámetro (está tabulada y se proporciona la tabla en el Apéndice 1 de la práctica). Además, si la distribución candidata es la adecuada, el valor del parámetro Δ tenderá a ser pequeño, y si no es adecuada, tenderá a ser grande.

Una forma razonable de fijar un umbral de decisión sería:

“Rechazar la distribución candidata si

$$\Delta > \chi_{gdl,\alpha}^2$$

Siendo $\chi_{gdl,\alpha}^2$ el valor que en la distribución Chi-cuadrado de gdl grados de libertad deja por encima una masa de probabilidad de α ”.

Nótese que α (que se denomina nivel de significación) representa la probabilidad de equivocarse si la distribución candidata es la adecuada, y se fijará a un valor pequeño (típicamente, 0.1, 0.05 ó 0.01).

Es muy importante tener en cuenta que el test está sujeto a error. Acabamos de ver que es posible equivocarse aunque la hipótesis sobre la distribución candidata sea cierta, porque podemos tener la mala suerte de que los valores de Δ salgan grandes. Eso en todo caso sucederá con probabilidad baja (0.1, 0.05 ó 0.01, según acabamos de ver). Asimismo, podríamos equivocarnos también decidiendo que la distribución candidata es la adecuada aunque no sea cierto, debido a que los valores de Δ podrían salir pequeños. El test se

basa en la suposición razonable de que si la distribución candidata no es la adecuada, los valores de Δ tenderán a salir por encima del umbral $\chi_{gdl,\alpha}^2$.

2.8.4. Prueba de Smirnov – Kolmogorow.

Según APARICIO (1992, p279). Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D que hay entre la función de distribución observada $F_o(P_m)$ y la estimada $F(P_m)$

$$D = \text{máx}|F_o(P_m) - F(P_m)|$$

Con un valor crítico d que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionada si $D < d$, se acepta la hipótesis. Esta prueba tiene la ventaja sobre la X^2 de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_o(P_m) = 1 - \frac{m}{n+1}$$

Donde m es el número de orden del dato X_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos.

Valores críticos para la prueba Smirnov –Kolmogorov de bondad de ajuste $\frac{1.36}{\sqrt{n}}$.

2.9. Análisis de máximas avenidas

2.9.1. Tormentas de diseño

Según VEN TE CHOW (1994, p471). El *Soil Conservation Service del U. S. Department of Agriculture (1986)* desarrolló hietogramas sintéticos de tormentas para utilizarse en los Estados Unidos con duraciones de tormentas de 6 y 24 horas. Estos hietogramas se dedujeron al utilizar la información presentada por Hershfield (1961) y Miller, Frederick y Trace y (1973) y datos de tormentas adicionales. La tabla 14.3.1 y la figura 14.3.2 presentan los hietogramas acumulados. Existen cuatro tormentas de 24 horas de duración, llamadas Tipo 1, IA, 11 y III, respectivamente, geográfica en los Estados Unidos donde dichos hietogramas podrían aplicarse. Los Tipos I y IA corresponden al clima marítimo del Pacífico con inviernos húmedos y veranos secos. El Tipo III corresponde al Golfo de México y las áreas costeras del Atlántico, donde las tormentas tropicales producen lluvias de 24 horas muy grandes. El Tipo II corresponde al resto del país.

Pilgrim y Cordery (1975) desarrollaron un método de análisis de hietogramas basado en el ordenamiento de los intervalos de tiempo de una tormenta teniendo en cuenta la profundidad de precipitación que ocurre en cada uno de ellos y repitiendo ese procedimiento en muchas tormentas en la región. Sumando el orden de cada intervalo, puede obtenerse la forma típica del hietograma. Esta metodología es la estándar en el diseño hidrológico en Australia (*The Institution of Engineers Australia, 1987*).

Cuadro II-2: Distribuciones de Lluvia según el SCS.

Fuente: U. S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986.

TIEMPO (Hr)	Tormenta de 24 horas		TIEMPO (Hr)	Tormenta de 24 horas	
	TIPO I	TIPO II		TIPO I	TIPO II
0.00	0.000	0.000	12.50	0.705	0.735
0.50	0.008	0.005	13.00	0.727	0.772
1.00	0.017	0.011	13.50	0.748	0.799
1.50	0.026	0.016	14.00	0.767	0.820
2.00	0.035	0.022	14.50	0.784	0.838
2.50	0.045	0.028	15.00	0.800	0.854
3.00	0.055	0.035	15.50	0.816	0.868
3.50	0.065	0.041	16.00	0.830	0.880
4.00	0.076	0.048	16.50	0.844	0.891
4.50	0.087	0.056	17.00	0.857	0.902
5.00	0.099	0.063	17.50	0.870	0.912
5.50	0.112	0.071	18.00	0.882	0.921
6.00	0.125	0.080	18.50	0.893	0.929
6.50	0.140	0.089	19.00	0.905	0.937
7.00	0.156	0.098	19.50	0.916	0.945
7.50	0.174	0.109	20.00	0.926	0.952
8.00	0.194	0.120	20.50	0.936	0.959
8.50	0.219	0.133	21.00	0.946	0.965
9.00	0.254	0.147	21.50	0.955	0.972
9.50	0.303	0.163	22.00	0.965	0.978
10.00	0.515	0.181	22.50	0.974	0.984
10.50	0.583	0.204	23.00	0.983	0.989
11.00	0.624	0.235	23.50	0.992	0.995
11.50	0.654	0.283	24.00	1.000	1.000
12.00	0.682	0.663			

Fuente : Fuente: U. S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986.

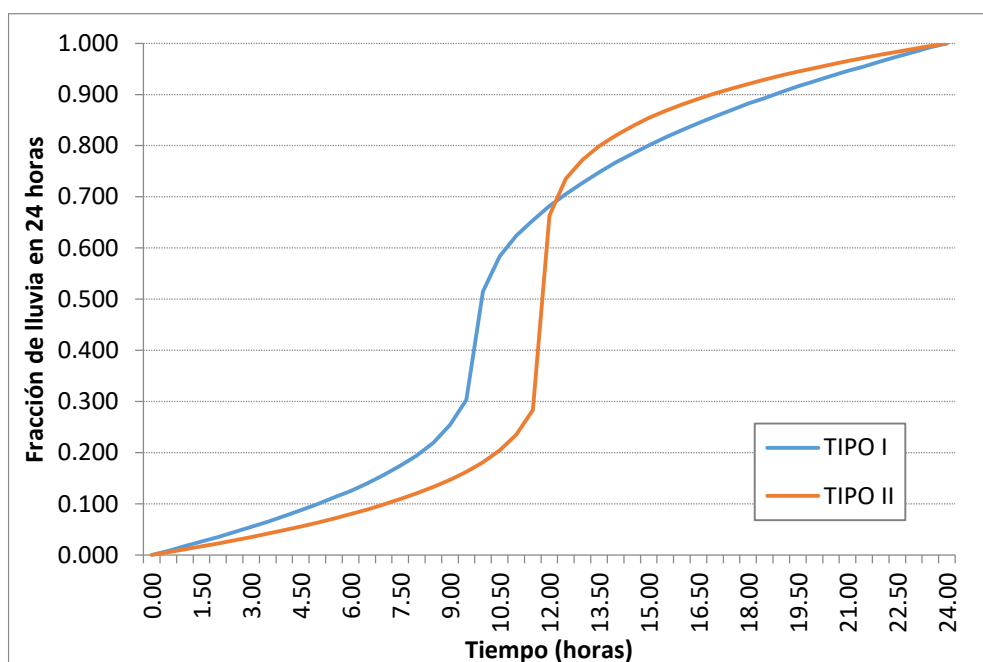


Figura II-4: Hietogramas de lluvia de 24 horas del Soil Conservation Service.

Fuente: U. S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service. 1986.

2.9.2. Cálculo del número curva con sistemas de información geográfica

Según DAL-RÉ (2003, p88). En 1954 el Servicio de Conservación de suelos del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA SCS) desarrolló el método del número curva (NC) para estimar la escorrentía directa producida por un determinado aguacero el método ha sufrido varias revisiones en 1956, 1964, 1965, 1971, 1972, 1985 y 1993. Desde su origen el método tuvo gran apoyo por parte de las agencias gubernamentales norteamericanas, por lo que se extendió rápidamente a otros países. En España, comienza a aplicarse en 1968 por el instituto Nacional de Colonización (Ministerio de Agricultura) y su uso se generaliza a partir de 1978, tras la primera publicación por el MOP del Manual “Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales” y sus revisiones posteriores. Actualmente la Norma de drenaje transversal de carretas (MOPU, 1990) está basada en este método.

El método de NC es el resultado de veinte años de estudios por parte de la USDA SCS sobre la relación entre la precipitación y la escorrentía en eventos aislados a partir de datos recogidos en cientos de cuencas norte americanas.

Según DAL-RÉ (2003, p102). Las últimas tendencias en la aplicación de este método se orientan hacia un planeamiento distribuido, que consiste en considerar el NC que realmente existe en cada parte de la cuenca. Esta consideración no supone un incremento

de trabajo para aplicar el método, puesto que en el procedimiento clásico ya se llega a conocer el NC en cada punto de la cuenca.

La aplicación distribuida del método siempre ofrece valores de Q ligeramente superiores a su aplicación agregada. Este se produce porque la expresión del método no es lineal, sino hiperbólica. El trabajo distribuido con el método NC alcanza su máxima expresión al trabajar con el SIG, donde la cuenca es dividida en pequeñas celdas y se aplica el método en cada una de ellas.

2.10. Tránsito de caudales

Según VEN TE CHOW (1994, p249). El tránsito de caudales es un procedimiento para determinar el tiempo y la magnitud del caudal (es decir, el hidrograma de caudal) en un punto de un curso de agua utilizando hidrogramas conocidos o supuestos en uno o más puntos aguas arriba. Si el flujo es una creciente, el procedimiento se conoce específicamente como tránsito de crecientes. En un sentido más amplio, el tránsito de caudales puede considerarse como un análisis para seguir el caudal a través de un sistema hidrológico, dada una entrada. La diferencia entre el tránsito de sistemas agregados y distribuidos es que en un modelo de sistema agregado, el flujo se calcula como una función del tiempo únicamente en un lugar particular, mientras que en un sistema de tránsito distribuido el flujo se calcula como una función del espacio y el tiempo a través del sistema. El tránsito por métodos de sistemas agregados se conoce algunas veces como tránsito hidrológico, y el tránsito por métodos distribuidos se conoce como tránsito hidráulico.

Cuando un embalse tiene una superficie de agua horizontal, su almacenamiento es función de la elevación de la superficie de agua, o profundidad en la piscina.

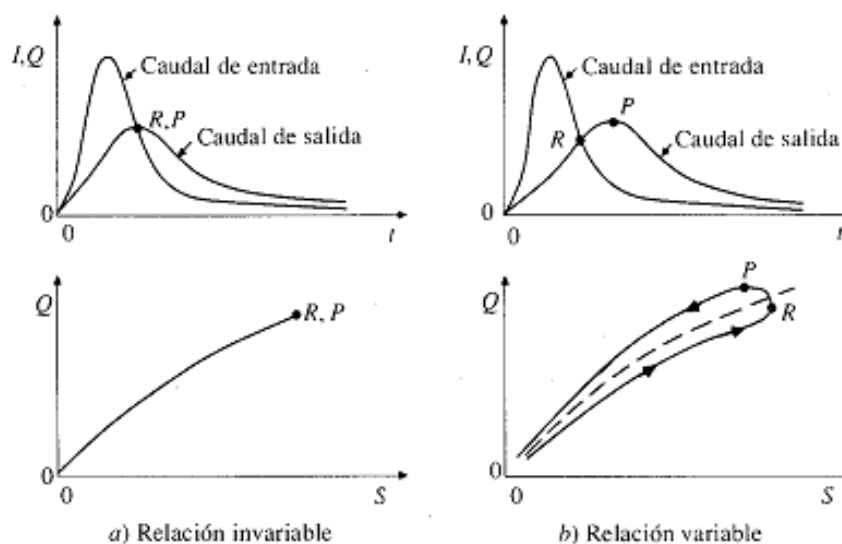


Figura II-5: Relaciones entre Caudal y almacenamiento.

Fuente: "Hidrología Aplicada" Ven Te Chow, Ref: 9.

Según LINSLEY (1977, p237). A medida que aumenta el caudal en un río, aumenta también el nivel del agua, y con él la cantidad almacenada temporalmente en el canal. Durante la etapa de recesión de la creciente el canal debe producir una cantidad de agua equivalente a este volumen almacenado. Como resultado, una onda de creciente que viaje a lo largo de un canal parece aumentar su tiempo base y (si el volumen permanece constante) rebajar su cresta. Entonces se dice que la onda es atenuada. El tránsito de avenidas es la técnica hidrológica utilizada para calcular el efecto del almacenamiento en un canal sobre la forma y movimiento de una onda de avenida.

Dado el caudal en un punto aguas arriba, el proceso de tránsito puede utilizarse para calcular el caudal en un punto aguas abajo. Los principios del tránsito de avenidas pueden aplicarse también para el cálculo de los efectos de un embalse sobre la forma de una onda de creciente. El almacenamiento hidráulico no sólo ocurre dentro de un canal o en un embalse sino también en el movimiento mismo del agua sobre la superficie del terreno. El almacenamiento es pues efectivo durante la propia formación de una onda de avenida y los métodos de tránsito pueden aplicarse para calcular el hidrograma que resultará de un patrón específico de lluvias de exceso.

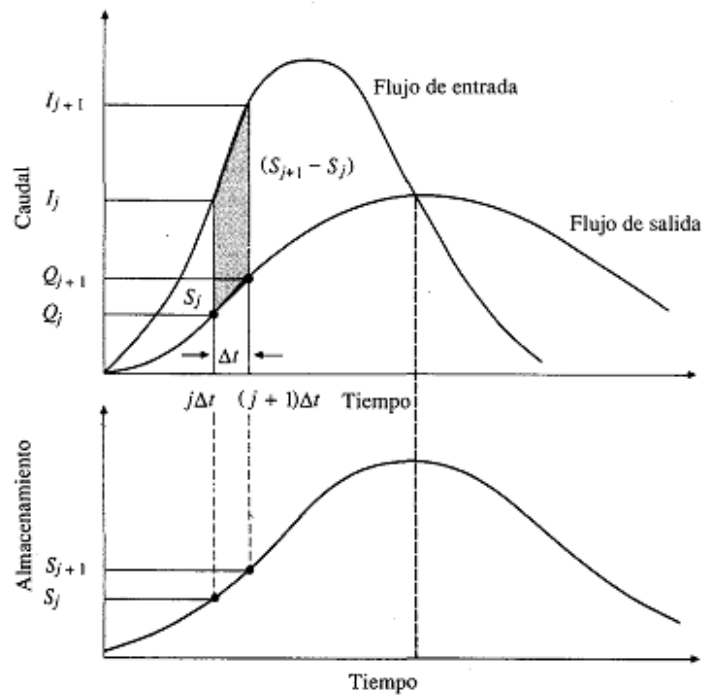


Figura II-6: Cambio de Almacenamiento durante el periodo de tránsito en un determinado tiempo.

Fuente: Chow, Ref: 9.

2.11. Modelamiento hidrológico con HEC-HMS

El modelo HEC-HMS (*“Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System”*) fue diseñado para simular procesos de lluvia-escorrentía en sistemas dendríticos de cuencas.

Se usa en estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, pronósticos de flujo, futuras urbanizaciones, reducción del daño por inundaciones, etc.

Es un programa gratuito, de dominio público y fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. Surge como evolución del programa HEC-1 pero incluye muchas mejoras, como una interfaz gráfica que facilita al usuario las labores de pre y post-proceso y la posibilidad de conectarse a un sistema de información geográfica (ArcGIS).

El HEC-HMS se usa para simular la respuesta hidrológica de una cuenca. Incluye los modelos de cuenca, modelos meteorológicos, especificaciones de control y datos de entrada. El programa crea una corrida de simulación, combinando los modelos y las especificaciones. Puede hacer corridas de precipitación o de la proporción de flujo, tiene la capacidad de salvar toda la información de estado de la cuenca en un punto de tiempo,

y la habilidad de comenzar una nueva corrida de simulación, basada en la información de estado previamente guardada.

Los resultados de la simulación se pueden ver en el mapa de la cuenca. Se generan tablas sumarias globales y de elemento, que incluyen la información sobre el flujo máximo y el volumen total. También están disponibles, una tabla de serie de tiempo, el gráfico por elementos, los resultados de múltiples elementos y corridas de simulación. Finalmente, el programa HEC-HMS tiene la capacidad de imprimir todos los gráficos y tablas. (Fuente: http://www.hec.usace.army.mil/software/hechms/features.html#Hydrologic_Simulation)

El modelo contiene:

- Descripción física de la cuenca
- Descripción meteorológica
- Simulación hidrológica
- Estimación de parámetros
- Análisis de simulaciones
- Conexión con SIG

El lapso de tiempo de una simulación es controlado por las especificaciones de control que incluyen: la fecha y hora de inicio, de terminación y un intervalo de tiempo.

Las fases de trabajo del programa son:

- Separación de la lluvia neta, es decir, se calcula qué parte de la precipitación va a producir escurrimiento directo.
- Cálculo del escurrimiento directo producido por esa lluvia neta.
- Suma del escurrimiento directo y el base, si existía previamente. Cálculo de la evolución del escurrimiento base a lo largo del tiempo.
- Cálculo de la evolución del hidrograma a medida que discurre a lo largo del cauce.

El HEC-HMS permite establecer varias sub cuencas, en las cuales realiza los cálculos de las 3 primeras fases mencionadas. Luego, suma todos los caudales generados y transitados a lo largo del recorrido, y proporciona el hidrograma de salida de la cuenca.

Cuadro II-3: Métodos para los cálculos usados por el HEC HMS.

Elemento	Tipo de Calculo	Método
Subcuenca	Perdidas	Déficit y razón constante (DC)
		Exponencial
		Green y Ampt
		DC por grilla
		SCS CN por grilla
		SMA por grilla
		Inicial y razón constante
		Número de curva (CN) del Soil Conservation Service
		Smith Paralange
		Conteo de Humedad del suelo (SMA)
	Escurrimiento en la cuenca	Hidrograma Unitario de Clark
		Onda cinemática
		Clark modificado
		Hidrograma unitario del Soil Conservation Service
		Hidrograma unitario de Snyder
		Curva S especificada por el usuario
	Flujo Base	Hidrograma unitario especificado por el usuario
		Recesión delimitada
		Mensualmente constante
Reservorio lineal		
Aproximación no lineal de Boussinesq		
Canal	Transito	Recesión
		Onda cinemática
		Retraso
		Puls modificado
		Muskingum
		Muskingum-Cunge
	""STRADDLE STAGGER""	
	Perdidas / Ganancias	Constante
		Percolación

Fuente: Manual para el uso del modelo hidrológico HEC-HMS. Camilo Bastidas, p3.

2.12. Modelamiento hidráulico con HEC-RAS

El modelo HEC-RAS, ha sido desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (*Hydrologic Engineering Center*) del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. (*US Army Corps of Engineers*) y tiene como predecesor al programa HEC-2, con varias mejoras con respecto a éste, entre las que destaca la interfaz gráfica de usuario que facilita las labores de pre proceso y post proceso. El modelo numérico incluido en el programa permite realizar análisis del flujo permanente y no permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.

Entre sus principales características técnicas se tiene:

Realiza el cálculo hidráulico de estructuras (puentes, aliviaderos, alcantarillas, etc.).

- Permite la visualización gráfica de datos y resultados

- Permite la edición gráfica de secciones transversales.

La aplicación del modelo HEC-RAS es la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales.

En la terminología de HEC-RAS, un proyecto es un juego de archivos de datos asociados con un sistema de un río en particular. El modelador puede realizar cualquiera o varios tipos de análisis, incluido en el paquete, como parte del proyecto. Los archivos de datos para un proyecto se caracterizan como sigue:

- Datos de planta
- Datos geométricos
- Datos de flujo uniforme
- Datos de flujo variado
- Datos de sedimentos
- Datos de diseño hidráulico

Durante el curso de un estudio el proyectista puede desear formular varios planes diferentes. Cada plan representa una simulación específica de datos geométricos y datos de flujo. Una vez introducidos los datos básicos en el HECRAS, el proyectista puede formular los nuevos planes fácilmente. Después de que las simulaciones son hechas para los varios proyectos, los resultados pueden compararse simultáneamente en la forma tabular y gráfica.

2.13. Modelamiento de ríos

Según RAMOS (2009, p5). El movimiento de ondas es muy frecuente en flujos de agua con una superficie libre a la atmósfera, como en los canales y los cauces de río. Este movimiento de ondas es básicamente la propagación de perturbaciones. Si el flujo es perturbado por algo, la manifestación de esta perturbación será transmitida a cierta velocidad de propagación al siguiente volumen del cuerpo de agua. El concepto de propagación de ondas depende básicamente de la celeridad de la onda y la velocidad del agua.

Comúnmente se desarrolla estudios 1- D, donde la dirección principal coincide con el eje principal del flujo, y esta puede cambiar de dirección a lo largo del eje de flujo, siguiendo

el recorrido de un río natural por ejemplo. Obviamente el análisis 1-D presenta limitaciones, ya que se desprecian los análisis de la variación en la dirección perpendiculares al eje principal y se considera una distribución uniforme de la velocidad en la sección, así como una distribución hidrostática de la presión.

El cálculo de la propagación de ondas, permite solucionar el flujo de crecientes o avenidas, convirtiéndose así en un procedimiento de tránsito de crecientes o propagación de avenidas. Existe varios métodos de tránsito de crecientes, de ellos los más comúnmente conocidos son: el tránsito de flujo agregado (llamado también, tránsito hidrológico) y el tránsito de flujo distribuido (llamado tránsito hidráulico).

Los modelos de tránsito distribuido de crecientes permiten calcular simultáneamente el caudal y los niveles de agua en cada sección de interés, el cual se constituye en una ventaja sobre otros modelos (Chow, et al., 1994), porque aproxima mejor la naturaleza del flujo no permanente, no uniforme, propio de la propagación de la creciente en el cauce. Este flujo está gobernado por las ecuaciones diferenciales de flujo unidimensionales de Saint-Venant.

Uno de los esquemas del MDF es el esquema de Preisman que es muy eficiente cuando se trata de resolver ecuaciones de diferencias parciales de tipo hiperbólicas, que son las que se presentan al resolver las ecuaciones de Saint Venant. (Cunge, 1980).

CAPITULO III

III. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1. MATERIALES.

3.1.1. Información Cartográfica Existente

La información cartográfica utilizada para la generación del mapa base y mapas temáticos ha consistido en:

- Modelos Digitales de Elevación (DEM) de la *NASA ASTER GDEM Woldwide Elevation Data (1.5 arc-second Resolution)*, publicados en el GEOServidor del Ministerio del Ambiente, se encuentran en formato GeoTIFF con coordenadas geográficas lat/long, con resolución espacial de 30 metros y hace referencia al geoide WGS84/EGM96.
- Cartas nacionales en formato convencional y digital, de restituciones aerofotográficas de fotos que han sido tomadas entre los años de 1955 a 1963 y restituidas en los años de 1968 a 1971, por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a la escala 1:100 000, en formato Digital. Las cartas nacionales utilizadas que cubre toda la cuenca del río Ramis, son: Azangaro (30v), Ayaviri (30u), Condorama (31t), Huancane (31x), Juliaca (31v), La Rinconada (30y), Limbani (29x), Macusani (29v), Nuñoa (29u), Ocuvi (31u), Putina (30x) y Yauri (30t), Ver Figura III-1.
- Mapas Temáticos del departamento de Puno, elaborados por el PELT “Macrozonificación Ecológica Económica” (2001) de: Cobertura vegetal, Grandes grupos de suelos y capacidad de uso mayor, ecología, geología y geomorfológico a escala 1:250 000.

En todos los mapas, el formato digital del plano base utilizado, están en el sistema de coordenadas UTM WGS84, proyectadas para la zona 19, que es donde se ubica la cuenca del río Ramis.

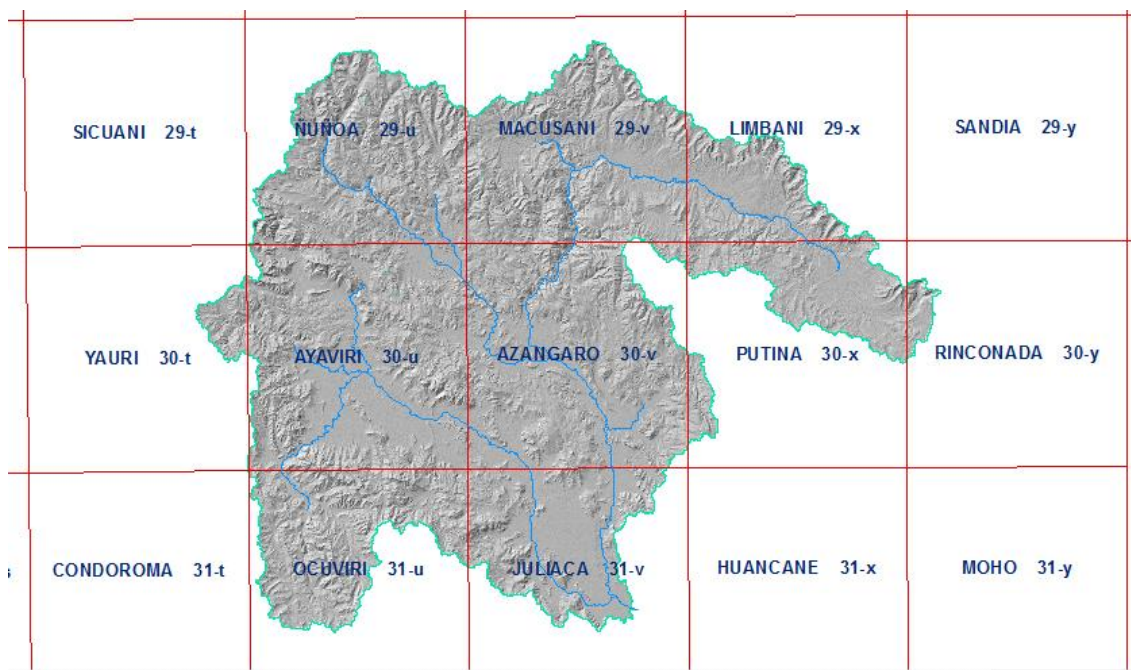


Figura III-1: Distribución de hojas del IGN, escala 1:100,000.

3.1.2. Información Hidrometeorológica

La información hidrometeorológica registrada dentro del ámbito de la cuenca en estudio y cuencas vecinas, es monitoreada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI, y se describen a continuación.

3.1.2.1. Información Meteorológica

Para el presente trabajo de investigación se han identificado un total de 20 estaciones meteorológicas de la Figura III-2, de los cuales 11 estaciones se ubican dentro de la cuenca, y son las siguientes: Ananea, Ayaviri, Azangaro, Chuquibambilla, Crucero, Llalli, Nuñoa, Progreso, Pucará, Santa Rosa y Taraco, de los cuales todas son del tipo CO, excepto Chuquibambilla que es del tipo CP y Nuñoa es de tipo PLU. Las 9 estaciones restantes están ubicadas en los alrededores de la cuenca, y son identificadas como: Arapa, Huancane, Juliaca, Lampa, Macusani, Muñani, Pampahuta, Putina y Sicuani.

Del total de las estaciones meteorológicas 01 se encuentra inoperativa (Nuñoa), además, otras estaciones como Antauta, Orurillo y la Raya no han sido consideradas por no tener un registro significativo de series históricas.

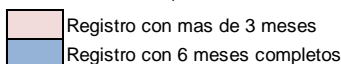
3.1.2.2. Registros históricos y red de estaciones meteorológicas.

Para el análisis y tratamiento de la información pluviométrica en el ámbito de estudio se han identificado veinte (20) estaciones meteorológicas, las mismas que cuentan con registros en periodos variables entre los años 1964 – 2011, tal como se muestra en el Cuadro III-1 y III-2. Las estaciones identificadas son: (11) estaciones dentro de la cuenca del río Ramis que son Ananea, Crucero, Nuñoa, Santa Rosa, Progreso, Chuquibambilla, Llalli, Ayaviri, Pucara, Azangaro y Taraco, además, (01) estación Sicuani perteneciente a la cuenca del Urubamba, (01) estación Macusani perteneciente a la cuenca del Inanbari, (03) estaciones Pampahuta, Lampa y Juliaca pertenecientes a la cuenca del río Coata, y (04) estaciones Arapa, Putina, Huancane y Muñani pertenecientes a la cuenca del río Huancane.

Cuadro III-1: Longitud de Registros de Precipitación Máxima en 24 Horas Parte 01.

Nro	Estación	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
1	Ananea	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	Arapa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3	Ayaviri	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4	Azangaro	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5	Chuquibambilla	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	Crucero	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	Huancane	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
8	Juliaca	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	Lampa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
10	Llalli	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
11	Macusani	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
12	Muñani	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
13	Nuñoa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
14	Pampahuta	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
15	Progreso	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
16	Pucara	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
17	Putina	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
18	Santa Rosa	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
19	Sicuani	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
20	Taraco	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Fuente: Elaboración Propia.



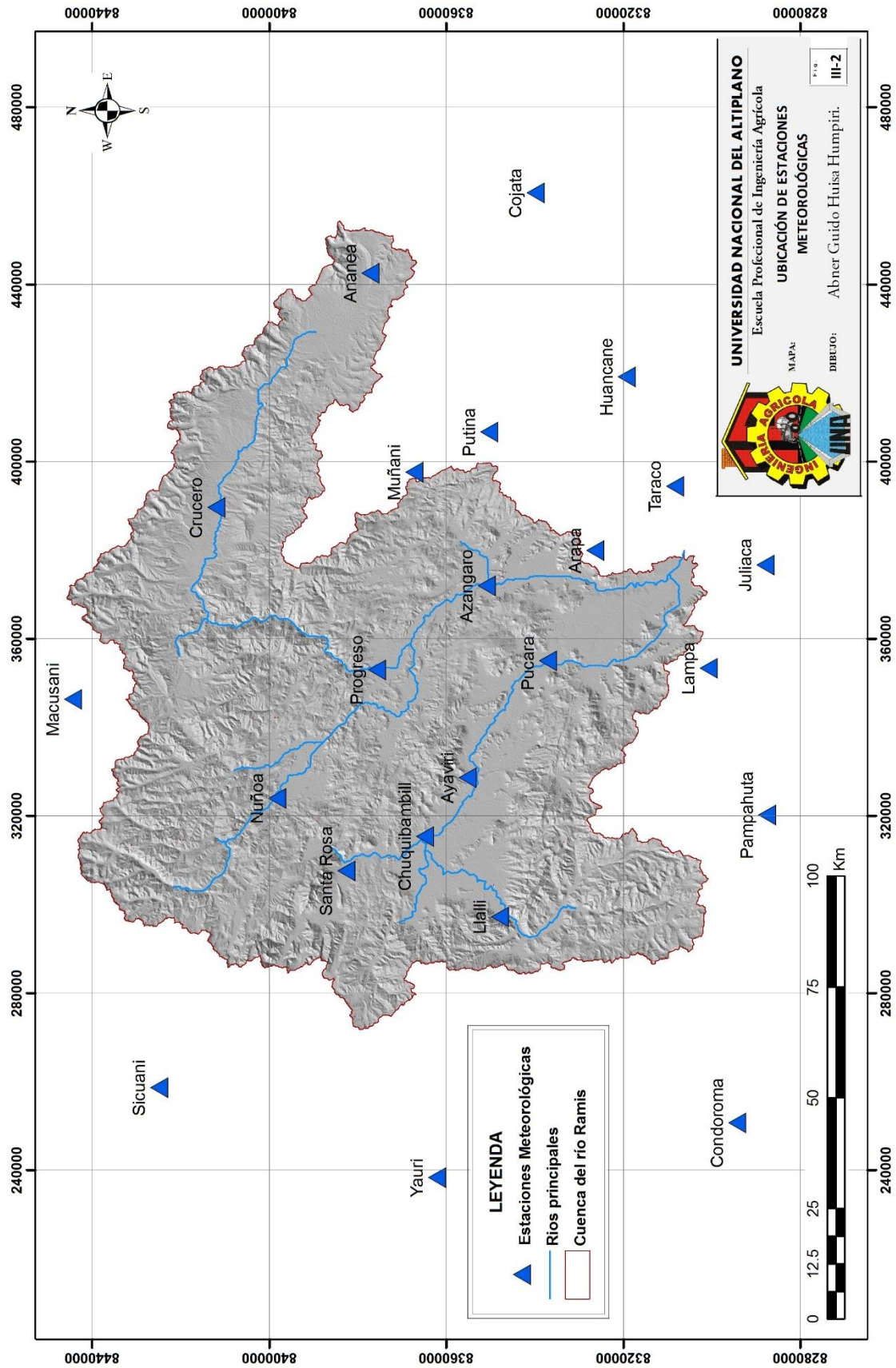
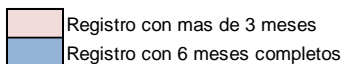


Figura III-2: Ubicación de las estaciones meteorológicas en la cuenca del río Ramis.

Cuadro III-2: Longitud de Registros de Precipitación Máxima en 24 Horas Parte 02.

Nro	Estación	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
1	Ananea	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
2	Arapa	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
3	Ayaviri	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
4	Azangaro	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
5	Chuquibambilla	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
6	Crucero	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
7	Huancane	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
8	Juliaca	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
9	Lampa	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
10	Llalli	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
11	Macusani	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
12	Muñani	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
13	Nuñoa	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
14	Pampahuta	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
15	Progreso	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
16	Pucara	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
17	Putina	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
18	Santa Rosa	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
19	Sicuani	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
20	Taraco	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue

Fuente: Elaboración Propia.



En la Figura III-2, se muestra la ubicación de las estaciones identificadas para el análisis y tratamiento de la información pluviométrica, los registros históricos de la precipitación máxima en 24 horas de cada una de ellas se presenta en el Anexo A.

3.1.2.3. Información Hidrométrica.

La información a utilizar en el presente trabajo de investigación son los caudales máximos diarios, entonces, en la cuenca del río Ramis se dispone de tres importantes estaciones hidrométricas, y dos de ellas con pocos registros históricos, ello conlleva a un problema típico de falta de información que se presenta en todo el Perú. En el trabajo de investigación se han identificado un total de 03 estaciones hidrométricas: Puente Ramis, Puente Ayaviri y Puente Azangaro.

La estación puente Ramis es la que cuenta con el mayor registro de datos hidrométricos, en cambio las estaciones hidrométricas de puente Ayaviri y Azangaro no cuentan con registros apropiados como para representar las ocurrencias hidrológicas. En el Cuadro III-3, se muestra la longitud de registros de caudales máximos diarios en la cuenca del río Ramis.

Cuadro III-3: Longitud de registros históricos de las estaciones hidrométricas.

Nro	Estación	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
1	Punete Ramis																									
2	Puente Ayaviri																									
3	Puente Azangaro																									

Nro	Estación	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
1	Punete Ramis																							
2	Puente Ayaviri																							
3	Puente Azangaro																							

	Registro con mas de 3 meses
	Registro con 6 meses completos

a. Estación hidrométrica Puente Ramis

Está ubicado en la parte baja de la cuenca, a una altitud de 3820 msnm y aproximadamente a unos 7.5 Km. de la desembocadura del río en el Lago Titicaca. El período que cubre los registro es desde 1960 al 2011, a partir de la estación hidrométrica se tiene un área de la cuenca de 14,704.00 Km², esta estación es monitoreada por el SENAMHI.

b. Estación hidrométrica Puente Ayaviri

Se ubica sobre el río Ayaviri, en plena zona urbana de la ciudad de Ayaviri, a una altitud de 3900 msnm, su serie cubre el período de 1979 a 1983 y 1995 a 2011, con un área de cuenca colectora de 3,710.00 Km², también monitoreada por el SENAMHI.

c. Estación hidrométrica Puente Azangaro

Se ubica sobre el río Azangaro, en el puente del mismo nombre, a una altitud de 3860 msnm, tiene un área de cuenca colectora de 8,286.00 Km² la serie cubre el período de 1979 a 1985 y 1994 a 2011.

3.1.3. Software para Modelamiento.

3.1.3.1. ArcMap 9.3

ArcMap es la aplicación principal de ArcGIS, se utiliza para realizar muchas de las tareas habituales de SIG, para realizar el modelamiento hidrológico con sus extensiones ArcHydro y HEC-GeoHMS, donde se visualiza y explora los dataset SIG del área de estudio, también se asigna símbolos, donde crea los diseños de los mapas para el presente proyecto de investigación.

3.1.3.2. ArcHydro

Es un conjunto de herramientas y modelos de datos que opera desde ArcGIS para ayudar en la elaboración de delinear y caracterizar una cuenca en formato ráster y de vector, para definir y analizar el modelamiento hidrológico con el HEC-GeoHMS.

3.1.3.3. HEC-GeoHMS

Con este programa se obtendrán las características de la cuenca, realizar análisis espaciales, editar subcuencas y cauces además de obtener los datos de entrada para los modelos hidrológicos. Concretamente, HEC-GeoHMS permite preparar y exportar los datos de la cuenca al programa de modelación hidrológica HEC-HMS.

3.1.3.4. HEC-HMS

Es un programa que ha sido diseñado para simular el proceso de transformación precipitación - escorrentía en cuencas hidrográficas. Este programa necesita básicamente dos tipos de datos de entrada, por un lado un modelo de cuenca, aportado por HEC-GeoHMS donde se representen las características de la cuenca (de tipo geométrico y geomorfológico), y por otro lado un modelo meteorológico donde se indiquen los datos pluviométricos e hidrológicos. A partir de estos datos, con HEC-HMS se podrán obtener los hidrogramas de avenidas en cualquier punto de la cuenca y el tránsito hidrológico respectivo.

3.1.3.5. HEC-RAS

Es una aplicación que modela el flujo del agua en ríos y canales. El programa tiene un modelo unidimensional, que será usado en el presente proyecto de investigación con el fin de calcular la variación de los tirantes en el río Ramis.

3.2. Descripción del ámbito en estudio.

La cuenca del río Ramis está ubicada en la parte noroccidental del Lago Titicaca, abarcando un área de 14,706 Km², ubicada entre la latitud sur 14°03'26.6" a 15°27'33.7" y Longitud Oeste 69°25'26.4" a 71°07'4.7", entre las altitudes de 3810 a 5750 m.s.n.m., Es la cuenca con mayor extensión y que mayor aporte tiene al Lago Titicaca y pertenece a la cuenca endorreica del Lago Titicaca, denominada Sistema Titicaca, Desaguadero, Popoo y Salar de Coipasa (TDPS), hidrográficamente está limitada por el norte con la

cuenca del río Inambari por el este con la cuenca del río Huancané por el oeste con la cuenca del Alto Apurímac y Urubamba, Por el sur limita con la cuenca del Río Coata.

Políticamente se encuentra Ubicada en la Región Puno, Provincias de Azangaro, Carabaya, Huancané, Lampa, Melgar, San Antonio de Putina, San Roman y Sandia.

La cuenca posee una Superficie total de 14,705.89 Km², dentro de la cual se incluyen las cuencas del río: Ramis –propriadamente dicho– con 347.57 Km² (2%), la del Ayaviri con 5,572.58 Km² (38%) y la del Azángaro con 8,785.73 Km² (60%).

La configuración general de la gran cuenca del Ramis es la de una hoya hidrográfica de fondo plano y de reducida pendiente que se extiende, por el Norte y Nor-Este, hasta los flancos de la Cordillera Oriental y, por el Sur, hasta las orillas del Lago Titicaca y la divisoria que lo separa de la cuenca del Coata.

El río Ramis propriadamente dicha nace en la confluencia de los ríos Ayaviri (Pucara) y Azángaro en el sector de Achaya, al Este de la localidad de Calapuja y a 3,845 msnm. Discurre 60.15 Km. en dirección Oeste-Este y desemboca al Lago Titicaca a 3,802 msnm. Por consiguiente, la pendiente media es de 0.0007, la que es causa de que el curso del río presente una serie de meandros.

El río Ayaviri, formador por la margen derecha del río Ramis, se forma de la unión de los ríos Santa Rosa y Llallimayo. El río Santa Rosa nace en las faldas del nevado Kunurana y del lugar denominado La Raya, en la divisoria con las nacientes del río Urubamba, a una altura de 3,895 msnm. El principal afluente del río Ayaviri es el río Llallimayo, que tiene sus nacientes del río Lamparasi y Ocuvi en la cota 4,500 msnm y que después de un recorrido de 64 Km., vierte sus aguas al mencionado río, a una altura de 3,895 msnm., siendo su pendiente promedio de 1.1 % .

El río Azángaro es formador del río Ramis por su margen izquierda. Nace de la unión de los ríos Nuñoa o Grande y del Crucero (San Anton), la que se ubica aproximadamente a 7 Km. al Nor-Este de la localidad de Asillo, a una altura, de 3,890 msnm.

El río Nuñoa o Grande tiene sus nacientes cercanas a los nevados de Quellopujo. Characharani y Quellococha, en la cota aproximada de 4,750 msnm, y una longitud de 78 Km. con una pendiente media de alrededor de 0.012.

El río Crucero, principal afluente y formador del río Azángaro, nace en la cota 4.800 msnm. Cerca de la localidad de Pofo, al pie de los nevados de Ananea. Su longitud es de 122 Km. y su pendiente promedio hasta su confluencia con el río Nuñoa es de 0.0075.

(Fuente: ALA Ayaviri, ex INRENA, 2003).

3.3 Características de los embalses.

Se ha llevado acabo la identificación de todos los embalses existentes y que se encuentran en estudio por diferentes instituciones de nuestra región, del cual se han elegido seis 06 embalses, y han sido elegidos con criterios de tener una considerable cuenca colectora y por suponer que estos embalses serán los que laminen los caudales de avenidas en las sub cuencas de cabecera en la cuenca del río Ramis, ver Cuadro III-4.

Cuadro III-4: Características principales de los embalses en la cuenca del río Ramis.

Nro	Embalse	Sub cuenca	Río	Coordenadas			Fuente
				Este (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)	
1	Antacalla	Nuñoa	Río Nactuyo	314998	8411538	4056	PRORRIDRE
2	Antauta	Crucero	Río Antauta	356029	8420402	4207	PELT
3	Buenavista	Nuñoa	Río Grande	338951	8385170	3894	PELT
4	Macarimayo	Llallimayo	Río Macari	295938	8371538	3961	PRORRIDRE
5	Parina	Santa Rosa	Río Parina	313008	8386266	4011	PRORRIDRE
6	Quenamari	Nuñoa	Río Quenamari	304116	8421689	4378	PELT

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura III-5, se muestra la ubicación espacial de los puntos de interés con los embalses considerados, además del área de la sub cuenca colectora, de cada embalse.

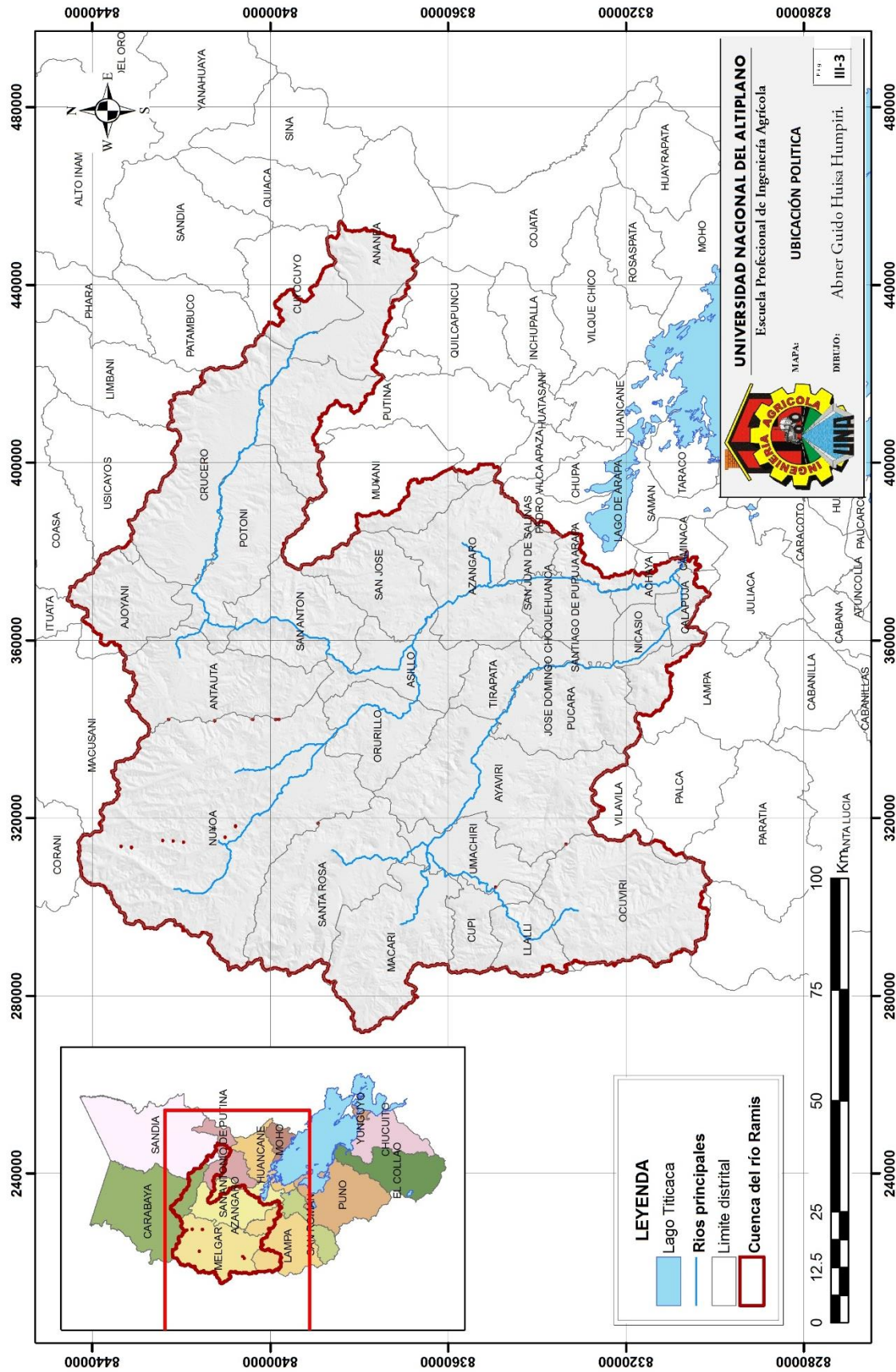


Figura III-3: Ubicación política de la cuenca del río Ramis.

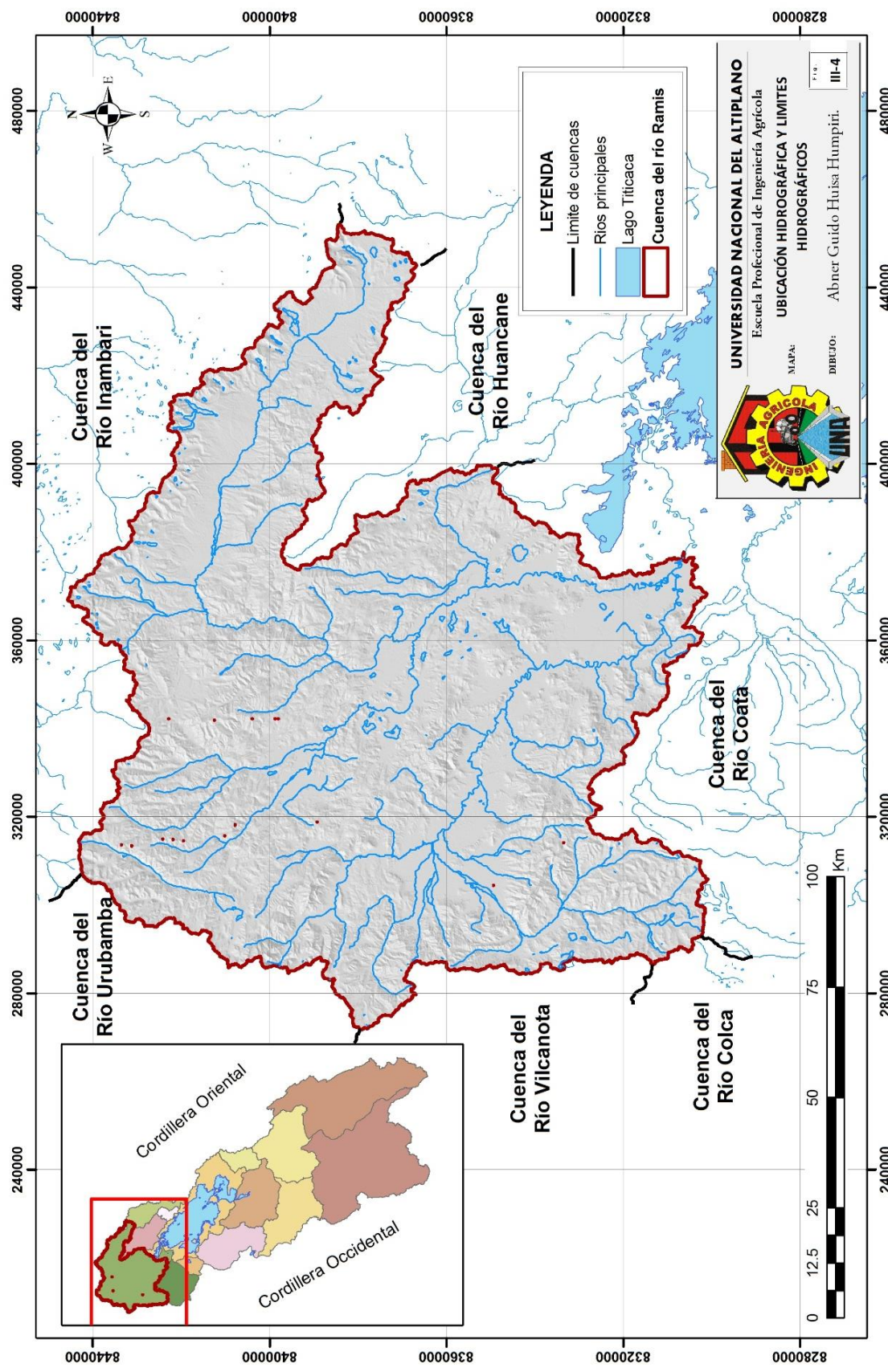


Figura III-4: Ubicación y límites Hidrográficos de la Cuenca del Río Ramis.

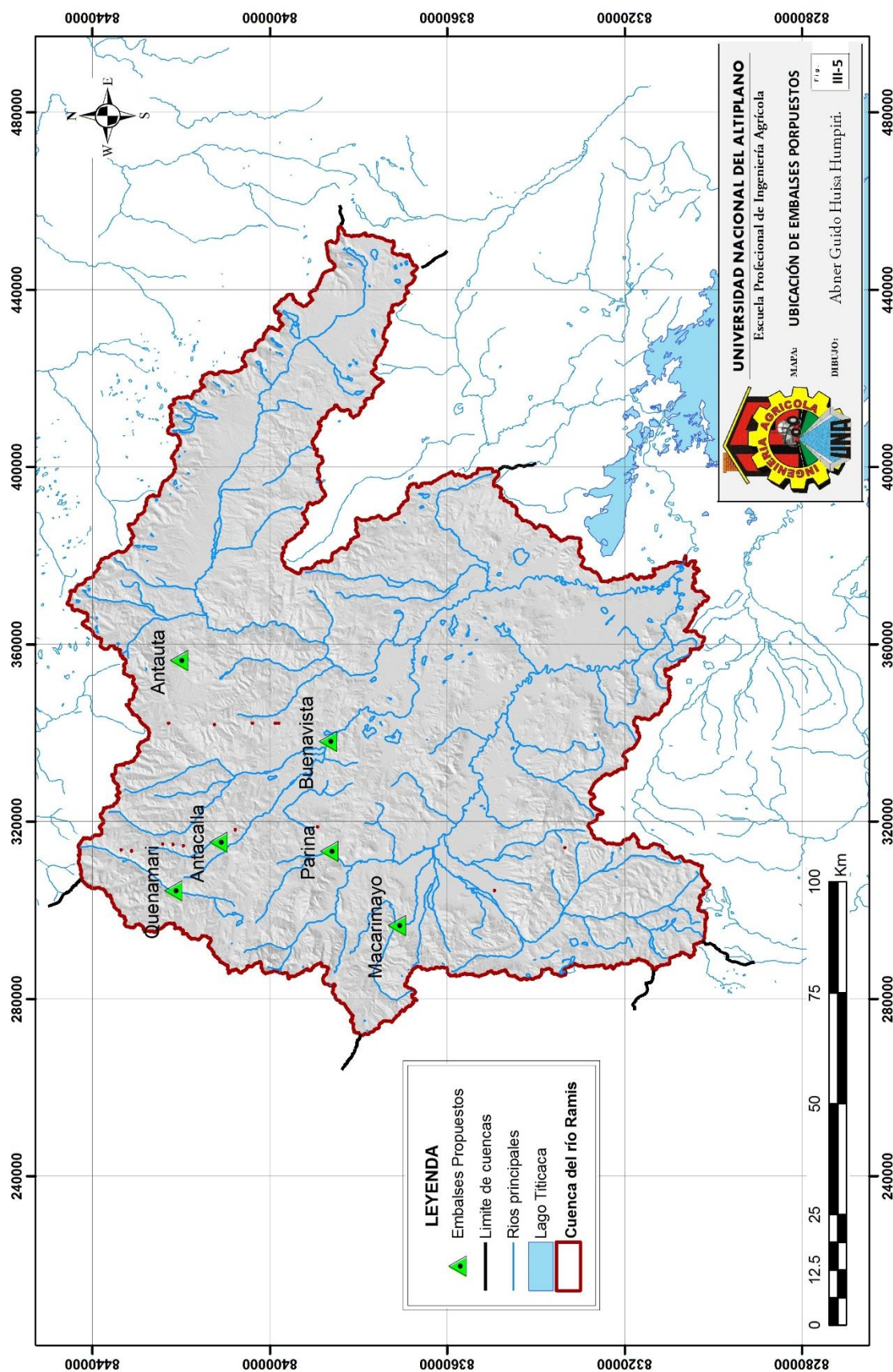


Figura III-5: Ubicación de embalses en la cuenca del río Ramis.

La recopilación de información de volúmenes y niveles de operación de los embalses, se ha extraído de estudios previos por diferentes instituciones obteniendo como inventario 06 embalses Macarimayo, embalse Santa Rosa, embalse Parina, embalse Quenamari, embalse Buenavista y embalse Antacalla.

Cabe resaltar que existen muchos más embalses en la cuenca del río Ramis de los cuales no se tomarán en cuenta en el siguiente trabajo de investigación por tener un área pequeña de cuenca colectora, suponiendo que no tendrán un amortiguamiento que será significativo en los caudales máximos que se generan en la cuenca del río Ramis.

3.3.1. Embalse Macarimayo.

La sub cuenca del río Macarimayo políticamente se encuentra ubicado en la región de Puno, Provincia de Melgar, Distrito de Macari.

Geográficamente, limita por el norte con la sub cuenca del río Santa Rosa y la cuenca del Vilcanota, por el sur con la cuenca del río Vilcanota y río Macarimayo, por el Este con la sub cuenca del Río Santa Rosa y por el Oeste con la cuenca del Río Vilcanota sus puntos extremos se encuentran entre los paralelos 14°45' a 14°35'06'' de Latitud Sur y los meridianos 10°48'30'' a 71°07'30'' de Longitud Oeste de Greenwich. Altitudinal mente se encuentra situado por encima de los 3960 m.s.n.m.

Hidrográficamente la sub cuenca del río Macarimayo tiene una extensión superficial de 368.64 km² y se encuentra ubicado en Vertiente del Titicaca, Cuenca del Río Ramis, y sub cuenca del río Ayaviri.

En la parte baja de la sub cuenca tiene las características topográficas como para embalsar el curso de río, el cual ha sido estudiado a lo largo de estos años por diferentes instituciones. Como características principales según referencias bibliográficas se tiene:

- Cota del lecho del río 3961 m.s.n.m.
- Área máxima del espejo de agua 2.38 km².
- Capacidad a embalsar 20.0 hm³.

3.3.2. Embalse Buenavista

La sub cuenca del río Buenavista, políticamente se encuentra ubicado en la región Puno, Provincia de Melgar, distrito de Nuñoa.

Geográficamente, esta limita por el norte con la cuenca del río Vilcanota y Madre de dios, por el sur con la sub cuenca del río Grande por el Este con la sub cuenca del río san Antón y por el Oeste con la cuenca del río Vilcanota y Parina, sus puntos extremos se encuentran ubicados entre los paralelos 14°04' a 14°35'' de latitud sur y los meridianos 70°28' a 70°59' de longitud oeste, altitudinal mente se encuentra ubicado por encima de los 3919 m.s.n.m.

Hidrográficamente, tiene una extensión de 2,170.12 km² y se encuentra ubicada en la vertiente del Titicaca, Cuenca del río Ramis y sub cuenca del río Azangaro.

En la parte baja de la sub cuenca tiene las características topográficas como para embalsar el curso del río, el cual ha sido estudiado a lo largo de estos años por diferentes instituciones. Como características principales según referencias bibliográficas se tiene:

- Cota del lecho del río 3,930.1 m.s.n.m.
- Área máxima de espejo de agua 42.17 km².
- Capacidad a embalsar 257.0 hm³.

3.3.3. Embalse Parina.

La sub cuenca del río Parina políticamente se encuentra ubicado en la región Puno, Provincia de Melgar, Distrito de Santa Rosa.

Geográficamente, limita por el Norte con la sub cuenca del río Nuñoa por el sur con la sub cuenca del río Santa Rosa, por el este con la sub cuenca del río Nuñoa y por el oeste con la sub cuenca del río Santa Rosa. Se encuentra ubicado entre los paralelos 14°26' a 14°39' de Latitud sur y los meridianos 70°54' a 70°39' de longitud oeste. Altitudinal mente se encuentra situado por encima de los 4,010.0 m.s.n.m.

Hidrográficamente, tiene una extensión superficial de 237.32 km² y se encuentra ubicado en la vertiente del Titicaca, Cuenca del río Ramis y sub cuenca del río Ayaviri.

En la parte baja de la sub cuenca tiene las características topográficas como para embalsar el curso del río, el cual ha sido estudiado a lo largo de estos años por diferentes instituciones. Como características principales según referencias bibliográficas se tiene:

- Cota del lecho del río 4,011.0 m.s.n.m.
- Área máxima de espejo de agua 10.09 km².
- Capacidad a embalsar 49.0 hm³.

3.3.4. Embalse Quenamari.

El embalse Quenamari se encuentra ubicado en la parte nororiental en el Distrito de Nuñoa provincia de Melgar, entre las coordenadas UTM, este: 302,867 a 317,251 y Norte 8'421,707 a 8'443,383, y con una variación altitudinal de 4380 a 5300 m.s.n.m.

Hidrográficamente, tiene una extensión superficial de 197.2 km² y se encuentra ubicado en la vertiente del Titicaca, Cuenca del río Ramis y subcuenca del río Nuñoa.

En la parte baja de la sub cuenca tiene las características topográficas como para embalsar el curso del río, el cual ha sido estudiado a lo largo de estos años por diferentes instituciones. Como características principales según referencias bibliográficas se tiene:

- Cota del lecho del río 4378.0 m.s.n.m.
- Área máxima de espejo de agua 1.80 km².
- Capacidad a embalsar 20.5 hm³.

3.3.5. Embalse Antacalla.

La sub cuenca del río Ñactuyo políticamente se encuentra ubicado en la región Puno, Provincia de Melgar, Distrito de Nuñoa.

Se encuentra ubicado entre los paralelos 14°12' a 14°23' de Latitud sur y los meridianos 70°38' a 70°37' de longitud oeste. Altitudinal mente se encuentra situado por encima de los 4,219.0 m.s.n.m.

Hidrográficamente, tiene una extensión superficial de 125.48 km² y se encuentra ubicado en la vertiente del Titicaca.

En la parte baja de la sub cuenca tiene las características topográficas como para embalsar el curso del río, el cual ha sido estudiado a lo largo de estos años por el PRORRIDRE en el 2012. Sus características principales según referencias bibliográficas se tienen:

- Cota del lecho del río 4,056.0 m.s.n.m.
- Área máxima de espejo de agua 2.7 km².
- Capacidad máxima disponible a embalsar 22.29 hm³.

3.3.6. Embalse Antauta.

La sub cuenca del río Antauta políticamente se encuentra ubicado en la región Puno, Provincia de Melgar, Distrito de Antauta.

Se encuentra ubicado entre los paralelos 14°10' a 14°20' de Latitud sur y los meridianos 70°20' a 70°19' de longitud oeste. Altitudinal mente se encuentra situado por encima de los 4,207.0 m.s.n.m.

Hidrográficamente, tiene una extensión superficial de 267.35 km² y se encuentra ubicado en la vertiente del Titicaca.

En la parte baja de la sub cuenca tiene las características topográficas como para embalsar el curso del río, el cual ha sido estudiado a lo largo de estos años por el PELT. Sus características principales según referencias bibliográficas se tienen:

- Cota del lecho del río 4,207.0 m.s.n.m.
- Área máxima de espejo de agua 1.24 km².
- Capacidad máxima disponible a embalsar 14.4 hm³.

3.4. METODOLOGIA

En este acápite se presentan los aspectos metodológicos en los análisis del efecto de control de las avenidas reflejados en el control de inundaciones en la cuenca del río Ramis.

La metodología seguida para el logro de los objetivos planteados en esta investigación se dividió en las siguientes etapas, las que son:

3.4.1. Análisis de información Cartográfica.

Para llevar a cabo el modelamiento hidrológico de la cuenca Ramis se requiere de DEM's del Satélite ASTER GDEM, con resolución espacial de 30 metros en formato GeoTIFF y hace referencia al geoide WGS84/EGM96, de libre acceso en el GeoServidor del Ministerio del Ambiente del Perú. Realizando la unión de los cuadrantes ASTGTM S15W070, S15W071, S15W072, S16W070, S16W071 y S16W072, con la ayuda de toolbox de Arcgis ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Raster Dataset > Mosaic To New Raster.

Seguidamente se procedió a generar un buffer a partir de un shape conocido de la cuenca del río Ramis, y recortar el DEM resultante, para no tener que procesar áreas fuera del área de estudio, ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask, Teniendo ya el DEM raster listo para empezar con el modelamiento.

Tomando como partida los DEM se procede a generar curvas de nivel con la ayuda del Arcgis herramienta 3D Analyst > Surface Analyst > Contour, en cada uno de los embalses a estudiar con el fin de obtener las curvas área altura volumen.

3.4.2. Análisis de la información meteorológica.

Tratándose que el proyecto de investigación se basa principalmente al análisis de eventos extremos, a los registros de precipitaciones máximas en 24 horas se les realiza pruebas de homogeneidad e independencia, con fines de validar la información o descartar las estaciones que presenten anomalías, siguiendo la metodología descrita a continuación.

3.4.2.1. Análisis de Homogeneidad

3.4.2.1.1. Pruebas de Heltmet

Con fines prácticos se puede decir que una serie de lluvias anuales de cualquier serie climatológica, presenta como alternativas a la homogeneidad, en forma de cambios bruscos (saltos) de su valor medio, la tendencia o alguna forma de oscilación.

La prueba de Helmet es bastante sencilla y consiste en analizar el signo de las desviaciones de cada evento de la serie con su respecto al valor medio, si una desviación de un cierto signo es seguida por otra del mismo signo, una secuencia (S) es creada. En contraste, si una desviación es seguida por otra de signo contrario, un cambio (C) será registrado. Cada año, excepto el primero, definirán una secuencia o un cambio

Si la serie es homogénea, la diferencia entre el número de secuencias (S) y el número de cambios (C) en el registro deberá de ser cero, dentro de los límites de un error probable el cual de hecho depende de la longitud del registro en análisis (n).

$$S - C = 0 \pm \sqrt{n - 1}$$

$$S - C = \pm \sqrt{n - 1}$$

Si el número de secuencias es mayor que el número de cambios, algún tipo de variación en la media o una tendencia en los datos crean la inconsistencia del registro. Tal condición se puede desarrollar común cambio en el emplazamiento de la estación pluviométrica. Si por el contrario, el número de cambios resulta mayor que el de secuencias, alguna forma de oscilación del valor medio estará presente y su causa deberá ser investigada con más detalle.

3.4.2.2.2. Prueba de t de student

Cuando la causa de la pérdida de homogeneidad de la serie es probable que sea un abrupto cambio en la media, la prueba paramétrica de la t de student es especialmente útil. La prueba es poderosa para detectar la inconsistencia en la media, además de ser un test robusto, excepto cuando la longitud de los dos periodos seleccionados para la comparación de sus medias son desiguales, pues entonces la distribución de los datos puede no ser sesgada. Se entiende cuando un test es robusto cuando es insensible a la forma de la distribución de probabilidades de la serie analizada. Debido a lo anterior se recomienda al aplicar la prueba de t de student, que las longitudes de análisis de cada media sean similares.

3.4.2.2.3. Prueba estadística de Cramer

Algunas veces puede ser más conveniente comparar la media de toda la serie y la media de una cierta parte del registro, para investigar la homogeneidad, para tal propósito la prueba de H. Cramer es bastante útil, además de ser complementaria de la prueba de student. Es bastante útil además de que es una prueba complementaria a la t de student ya que esta no es recomendable cuando n_1 y n_2 no son parecidos.

3.4.2.2.4. Prueba de independencia de Anderson

Antes de llevar a cabo un análisis de frecuencias de parámetros como la precipitación máxima en 24 horas, se requiere que la muestra este compuesta por variables aleatorias, por el cual para probar este se aplica la prueba de independencia de Anderson, la cual hace uso del coeficiente de auto correlación serial r , para diferentes tiempos de retraso k .

3.4.3. Eventos Extremos

3.4.3.1. Ajuste de funciones de distribución de probabilidad

En el Ítem 2.6 se describieron siete funciones de distribución de probabilidad que serán aplicadas a las 20 estaciones meteorológicas que registran la precipitación máxima en 24 horas en la cuenca del río Ramis.

3.4.3.2. Selección del método de mejor ajuste

Para la elección del mejor ajuste de alguna de las distribuciones efectuadas anteriormente, se toman en cuenta los criterios de calificación el cual la distribución con menor promedio de calificativo será elegida como la distribución adecuada.

3.4.3.3. Tormentas de diseño para diferentes periodos de retorno.

Para obtener las respectivas tormentas de diseño, se utilizó lo indicado por la *SCS US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986*, para cuencas ubicadas en el Pacífico Sur como del Tipo I, estas tormentas de diseño fueron calculadas en cada estación de análisis. En la Figura III-6, se tiene el perfil de lluvia tipo I frontales típicos de las cuencas del Pacífico y el perfil de lluvia tipo II convectivas típicas de las cuencas del Atlántico.

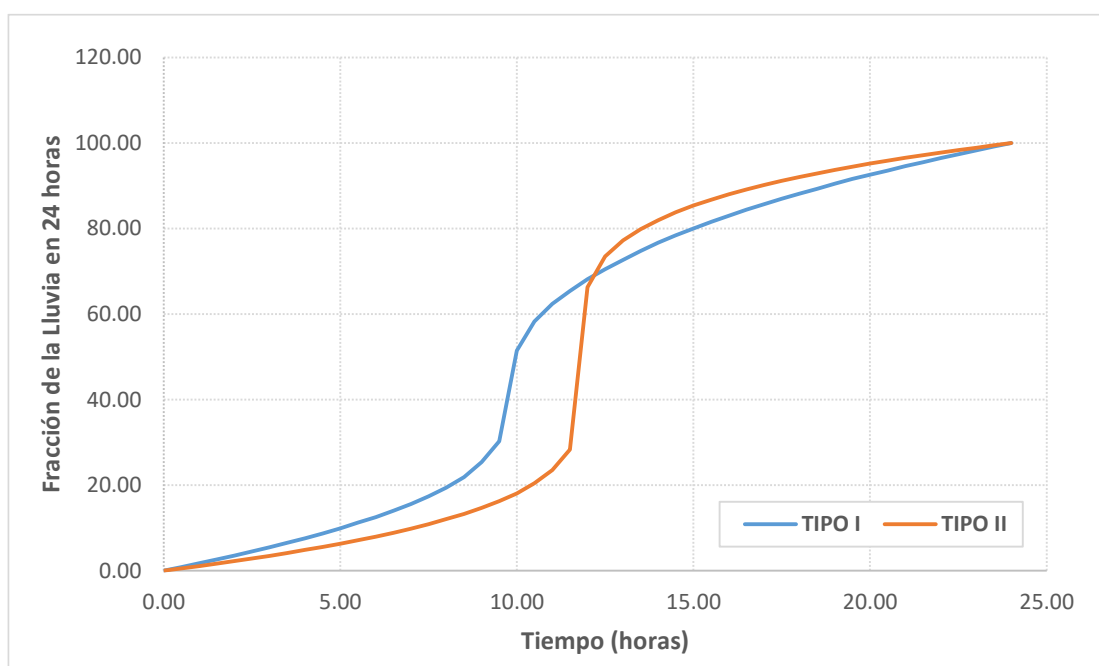


Figura III-6: Distribución de lluvia en 24 horas de duración según el SCS, 1973, 1986.

A partir del Tipo de lluvia, y con la ayuda de las fracciones de lluvia en 24 horas se generaran los hietogramas de lluvia en 24 horas, para cada estación meteorológica.

3.6. Máximas avenidas instantáneas en el río Ramis

Como referencia para el análisis de los caudales máximos y para el análisis de la variabilidad de los caudales de avenidas en la cuenca del río Ramis, se toma de referencia de datos hidrometeorológicos del “Estudio Hidrológico de máximas avenidas de la cuenca del río Ramis” realizado por el PELT en el 2011, en todo el trayecto del río Ramis

desde su nacimiento en la localidad de Achaya hasta su desembocadura en el Lago Titicaca; se toma en cuenta el comportamiento variado de sus caudales, debido a la presencia del río Tupín que desemboca en la laguna Arapa, como también el aporte de los caudales del río Huancané.

En el Cuadro III-5, se presenta los caudales máximos instantáneos calculados por el PELT, para el río Ramis – Estación Puente Ramis, río Ramis – Puente Achaya, río Ramis – Confluencia ríos Ramis – Huancané, río Tupín y río Huancané para diferentes periodos de retorno.

Cuadro III-5: Caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno.

Periodo de Retorno	Caudales Máximos Instantáneos				
	Río Ramis Puente Ramis	Río Ramis Puente Achaya	Río Huancané (*)	Río Ramis Confluencia Ramis-Huancané	Río Tupín
(Años)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
1,000.00	2,311.23	2,807.60	536.00	2,847.23	496.37
200.00	1,473.52	1,766.10	445.00	1,918.52	292.58
100.00	1,211.30	1,384.80	405.00	1,616.30	173.50
50.00	993.47	1,028.70	366.00	1,359.47	35.23
20.00	760.13		313.00	1,073.13	
10.00	616.38		272.00	888.38	
5.00	494.37		230.00	724.37	
2.00	355.48		165.00	520.48	

Fuente: Estudio Hidrológico de máximas avenidas de la Cuenca del río Ramis, PELT, 2011.

3.7. Modelamiento hidrológico.

El modelo HEC-GeoHMS (“*Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System*”) fue diseñado para simular procesos de lluvia-escorrentía en sistemas dendríticos de cuencas. Se usa en estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, pronósticos de flujo, futuras urbanizaciones, reducción del daño por inundaciones, entre otros.

Es un programa gratuito, de dominio público y fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. Surge como evolución del programa HEC-1 pero incluye muchas mejoras, como una interface gráfica que facilita al usuario las labores de pre y post-proceso con la posibilidad de conectarse a un sistema de información geográfica (ArcGIS).

El HEC-GeoHMS ha sido desarrollado como una herramienta de hidrología geoespacial para ingenieros e hidrólogos que no son expertos en el GIS. El programa permite al

usuario una visualización espacial de la información, documentar las características de la cuenca, desarrollar un análisis espacial, delinear las cuencas, construir información de ingreso para modelos hidrológicos como el HEC HMS.

3.7.1. Modelo Digital de elevación.

El Modelo Digital de Elevación (*Digital Elevation Model*, DEM), es el insumo base para ejecutar HEC-GeoHMS, por lo que para obtener dicha información la *United States Geological Survey (USGS)* y la *World Wildlife Fund (WWF)* ofrecen gratuitamente DEM's a escala regional para diversas partes del mundo. El DEM que se empleó en el presente trabajo de investigación se obtuvo a partir de imágenes DEM del satélite lanzado por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) de Japón y los Estados Unidos Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), y con imágenes GEOTIFF con Modelos Digitales de Elevación (DEM) de la NASA ASTER GDEM *Worldwide Elevation Data (1.5 arc-second Resolution)*, publicados en el GEOServidor con coordenadas geográficas lat/long, con resolución espacial de 30 metros y hace referencia al geoide WGS84/EGM96.

3.7.2. Pre procesamiento del modelo digital de elevación con ArcHydro

El pre procesamiento del terreno marca el primer paso para usar el HEC-GeoHMS, en esta fase se usa el modelo digital de elevaciones previamente unido en un solo archivo, esto con el fin de derivar ocho series de datos adicionales que en conjunto describen los patrones de drenaje de la cuenca del río Ramis. Las primeras cinco series de datos en formato (grid) raster, estos datos son: dirección de flujo, acumulación de flujo, definición de la corriente, segmentación de las corrientes y la delimitación del área de captación. Otras dos series de datos son la representación vectorial del área de captación (cuencas) y corrientes, como también los segmentos de estas. La última serie de datos, que corresponde a la agregación de las áreas de captación, se usa principalmente para mejorar la ejecución en la delimitación de las cuencas, este proceso se ha realizado con la ayuda del software ARCGIS y su extensión ArcHydro. Los procedimientos a seguir son los siguientes:

- a. Relleno (*Fill*): El DEM sin depresiones se crea rellenando las depresiones, es decir, aumentando la cota de las cotas que están rodeadas completamente de

- celdas con mayor cota, asignándole a dicha celda la menor cota de las celdas circundantes, de esta manera el agua podrá fluir de una celda a otra sin estancarse.
- b. Dirección de flujo (*Flow direction*): En este paso se define la dirección de la mayor pendiente de cada celda, evaluando celda a celda las cotas de las celdas circundantes en cada una de ellas.
 - c. Acumulación de flujo (*Flow accumulation*): En este paso se determina el número de celdas que drenan a cada celda, el área de drenaje de una celda dada se puede calcular multiplicando el número de celdas por el área de cada celda.
 - d. Definición de la corriente (*Stream definition*): Este paso clasifica todas las celdas con flujo procedente de un número de celdas mayor a un umbral definido por el usuario como pertenecientes a la red de drenaje. El umbral se especificó como un área de drenaje de 500 km², con el fin de obtener pocas sub cuencas de análisis.
 - e. Segmentación de la corriente (*Stream segmentation*): Este paso divide y agrupa los cauces en segmentos, estos segmentos son tramos de cauces situados entre dos uniones de cauces sucesivas, una unión y la salida o una unión y el límite de la cuenca.
 - f. Delimitación de la cuenca (*Watershed delineation*): Este paso define la cuenca por cada segmento de cauce creado anteriormente.

3.7.3. Cálculo del número de curva (CN).

Para la obtención del número de curva se realiza una caracterización hidrológica del área de estudio mediante las tablas propuestas por Temez (1978). Dicho autor la hace equivalente a la forma de cultivar la tierra. Se divide en dos grupos: N, el cultivo sigue las curvas de nivel, y R, el cultivo sigue la línea de máxima pendiente, los valores del número de curva asociados a cada tipo no se diferencian mucho, por lo que en muchos casos se considera que toda el área de estudio tiende a cultivarse de una misma manera, a no ser que se tengan datos específicos situación que no es el caso del estudio. Dichas características se describen posteriormente.

Para obtener el número de curva se llevara a cabo la metodología propuesta por (Dal-Re, 2002) usando números primos de la siguiente manera: Los valores de 3, 5, 7 y 11 corresponden al grupo hidrológico de suelos, los valores de 1 y 2 corresponden al porcentaje de pendiente la sea menor de 3 % o mayor o igual que 3 %, y los valores del

13 al 109 corresponden al aprovechamiento del suelo propuesto por Temez (Fuente: Pequeños Embalses de Uso Agrícola).

3.7.3.1. Mapa de grupo hidrológico de suelos

La variable necesaria para determinar el número de curva es el mapa de tipos de suelo. Este mapa debe estar clasificado en los cuatro grupos que establece el SCS.

Para el mejor análisis se procedió a la recopilación de clasificación realizada por varios autores, esto a fin de facilitar la identificación de los grupos hidrológicos de suelos, Ver Cuadro III-6.

El mapa de grupo hidrológico de suelos será generado en base a la Figura III-7 (Fuente: Macrozonificación Ecológica económica del Sistema TDPS, PELT, ref 21.), y con la ayuda del Cuadro III-6.

Cuadro III-6: Grupos Hidrológicos de suelos según varias fuentes bibliográficas.

GRUPO	EQUIVALENCIAS SEGÚN FUENTES DE GRUPOS HIDROLOGICOS DE SUELOS						TR - 55 (1999)	
	VILLON	Ven Te Chow	USDA-SCS, 1964		Cayo Leonidas	USDA, Diagrama triangular		
	CARACTERISTICAS	DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS	Potencial de escorrentía	Infiltración cuando la tierra está húmeda	Suelos típicos	Infiltración sup. (mm/h)	Clases Texturales	Textura de Suelos
A	Suelos que poseen altas tasas de infiltración (Bajo potencial de escorrentía), aún cuando están enteramente mojados y están constituidos mayormente por arenas y gravas profundas, bien y hasta excesivamente drenadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.	Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.	Escaso	Alta	Arenas y grava excesivamente drenadas	7.6 - 11.4	- Arenosa - Arenoso - franca - Franco - arenosa	- Arena - Arena arcillosa o franco arenosa
B	Son suelos que tienen tasas de infiltración moderadas cuando están cuidadosamente mojados y están constituidos mayormente de suelos profundos de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Estos suelos tienen una tasa moderada de transmisión de agua.	Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.	Moderado	Moderada	Texturas medias	3.8 - 7.6	- Franco - limosa - Franca - Limosa	- Franco limoso o franco
C	Son suelos que tienen bajas tasas de infiltración cuando están completamente mojados y están constituidos mayormente por suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo, o suelos con una textura que va de moderadamente fina a fina. Estos suelos tienen una baja tasa de transmisión del agua.	Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.	Medio	Lenta	Textura fina o suelos con una capa que impide el drenaje hacia abajo	1.3 - 3.8	- Franco - arcillo - arenosa - Franco - arcillo - limosa - Franco - arcillosa	- Arena arcillosa
D	Son suelos de alto potencial de escurrimiento, de tasas de infiltración muy bajas cuando están completamente mojados y están formados mayormente por suelos arcillosos con un alto potencial de esponjamiento, suelos con índice de agua permanentemente alto, suelos con arcilla o capa de arcilla en la superficie o cerca de ella y suelos superficiales sobre material casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa muy baja de transmisión del agua.	Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.	Elevado	Muy lenta	Suelos de arcillas hinchadas o compactas o suelos poco profundos sobre capas impermeables	0.0 - 1.3	- Arcillo - arenosa - Arcillo - limosa - Limosa	- Franco arcilloso - Franco arcillo limoso - Arcilla arenosa - Arcilla limosa o arcilla
FUENTE:	Hidrología, Máximo Villon pag.271.	Ven Te Chow Hidrología Aplicada, pag. 153.	Grupos hidrológico de suelo (de USDA-SCS, 1964)	Grupos hidrológico de suelo (de USDA-SCS, 1964)	Según Skaggs y Khaleel	Según Skaggs y Khaleel	Pequeños embalses de uso agrícola de Rafael Dal-Ré Tenreiro	Technical Release 55, United States Department of Agriculture. 1999. Exhibit A: Hydrologic Soil Groups

Fuente: Elaboración Propia.

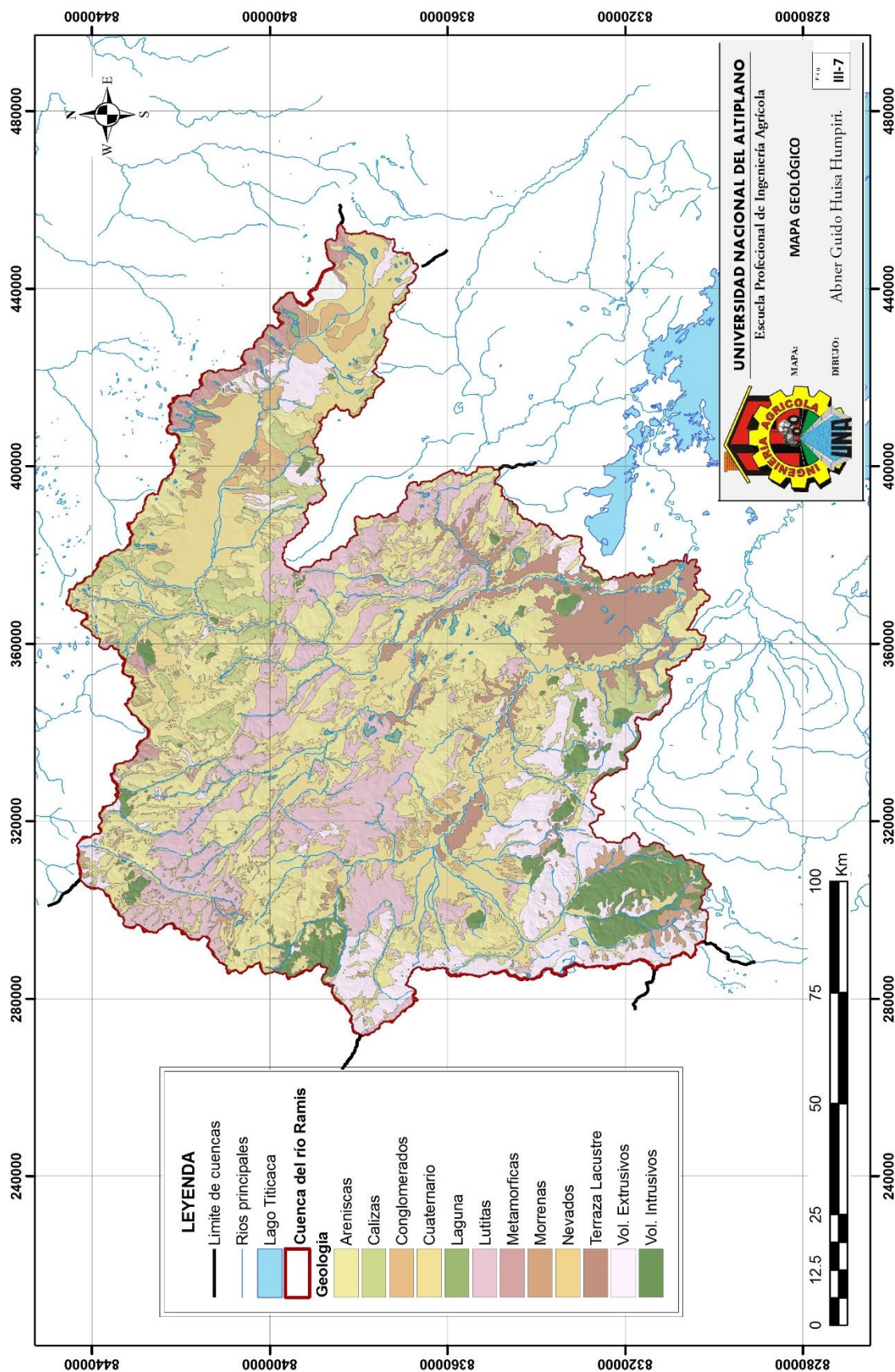


Figura III-7: Mapa geológico de la cuenca del río Ramis.

3.7.3.2. Mapa de pendientes

Una de las variables necesarias para definir el número de curva según Temez es la pendiente, clasificada en dos grupos: menor del 3%, o mayor o igual al 3%. Por tal razón, para obtener un mapa de pendientes, se necesita un Modelo de Elevación Digital, que se puede definir como una matriz de números ordenados que representa la distribución espacial de las elevaciones sobre algún dato arbitrario del territorio (Moore et al., 1993), que en nuestro caso es representado por el DEM del satélite ASTER GDEM con una resolución de 30 x 30 m. Prácticamente en todos los SIG existe la función automática de obtención de pendientes derivada del Modelo de Elevación Digital, es el caso del software ARCMAP.

El mapa de pendientes resultante puede obtenerse tanto en forma de porcentaje como en grados. En este último caso deberá reconvertirse a porcentajes. Una vez obtenido este mapa, se ha de reclasificar en dos grupos: celdas con pendiente menor del 3 % y mayor o igual al 3 %, según el Cuadro III-8, de clasificación de suelos propuesto por Temez.

En ARCGIS esta operación puede hacerse fácilmente a través de las tablas de reclasificación, la estructura de dichas tablas varía según el formato tal como se muestra en el Cuadro III-7, siguiente:

Cuadro III-7: Pendientes según la distribución de Temez.

Pendinete DEM	Pend "s"	Valor ID en SIG	Descripción
0 hasta 2	$s \leq 3$	1	Pendientes menores de 3%
3 hasta 1000	$s \geq 3$	2	Pendientes iguales o mayores del 3%

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3.3. Mapa de Usos de suelos

La fuente de información de esta variable sigue siendo el mapa de cultivos y aprovechamientos. Dada la escasa información sobre esta cobertura, se cuenca con una cobertura de ecología como la que se muestra en la Figura III-8 (Fuente: Macrozonificación Ecológica económica del Sistema TDPS, PELT, ref 21.), además, con la ayuda de fotos satelitales proporcionadas por el Google Earth, se generara un mapa de uso de suelo, tomando en cuenta una tabla de equivalencia del Cuadro III-8, propuestos por el SCS para determinar el número de curva.

Para realizar los cálculos espaciales mediante tecnología SIG se realiza una codificación de números primos tal y como se muestra en el Cuadro III-8.

Cuadro III-8: Codificación de Números Primos propuesta por Temez (NC).

Aprovechamiento del suelo			Pendiente		Grupos hidrológicos del suelo							
Uso del Suelo	Características Hidrológicas	Primo	(%)	Primo	A		B		C		D	
					3		5		7		11	
					NC	Primo	NC	Primo	NC	Primo	NC	Primo
Barbecho (Descuidado en descanso sin cultivos)	R	13	>=3	2	77	78	86	130	89	182	93	286
	N	97	>=3	2	74	582	82	970	86	1358	89	2134
	R	13	<3	1	71	39	78	65	82	91	86	143
	N	97	<3	1	71	291	78	485	82	679	86	1067
Cultivos en hilera	R	17	>=3	2	68	102	79	170	86	238	89	374
	N	101	>=3	2	67	606	76	1010	82	1414	86	2222
	R	17	<3	1	64	51	72	85	78	119	82	187
	N	101	<3	1	64	303	72	505	78	707	82	1111
Cereales de Invierno	R	19	>=3	2	63	114	75	190	83	266	86	418
	N	103	>=3	2	61	618	72	1030	81	1442	83	2266
	R	19	<3	1	60	57	70	95	78	133	81	209
	N	103	<3	1	60	309	70	515	78	721	61	1133
Rotación de cultivos pobres	R	23	>=3	2	66	138	77	230	85	322	89	506
	N	107	>=3	2	64	642	75	1070	82	1498	86	2354
	R	23	<3	1	63	69	72	115	79	161	83	253
	N	107	<3	1	63	321	72	535	79	749	83	1177
Rotación de cultivos densos	R	29	>=3	2	57	174	71	290	81	406	85	638
	N	109	>=3	2	54	654	68	1090	78	1526	82	2398
	R	29	<3	1	52	87	67	145	76	203	79	319
	N	109	<3	1	52	327	67	545	76	763	79	1199
Pradera (Pastizales o similares)	Pobre	31	>=3	2	68	186	78	310	86	434	89	682
	Media	37	>=3	2	49	222	68	370	78	518	85	814
	Buena	41	>=3	2	42	246	60	410	74	574	79	902
	Muy Buena	43	>=3	2	38	258	55	430	69	602	77	946
	Pobre	31	<3	1	46	93	67	155	81	217	88	341
	Media	37	<3	1	38	111	59	185	75	259	83	407
	Buena	41	<3	1	29	123	48	205	69	287	78	451
	Muy Buena	43	<3	1	17	129	33	215	67	301	76	473
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	Pobre	47	>=3	2	45	282	64	470	77	658	83	1034
	Medio	53	>=3	2	38	318	60	530	72	742	78	1166
	Buena	59	>=3	2	33	354	54	590	69	826	77	1298
	Pobre	47	<3	1	40	141	60	235	72	329	78	517
	Medio	53	<3	1	34	159	54	265	69	371	77	583
	Buena	59	<3	1	25	177	38	295	67	413	76	649
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...)	Muy Clara	61			56	183	75	305	86	427	91	671
	Clara	67			45	201	68	335	78	469	83	737
	Media	71			40	213	60	355	69	497	76	781
	Espesa	73			36	219	52	365	62	511	68	803
	Buena	79			29	237	43	395	54	553	60	869
Rocas permeables		83	>=3	2	94	498	94	830	94	1162	94	1826
		83	<3	1	91	249	91	415	91	581	81	913
Rocas impermeables		89	>=3	2	96	534	96	890	96	1246	96	1958
		89	<3	1	93	267	93	445	93	623	93	979

Fuente: Pequeños embalses de Uso Agrícola. p. 108

R: Surcos rectos

N: Curvas de nivel

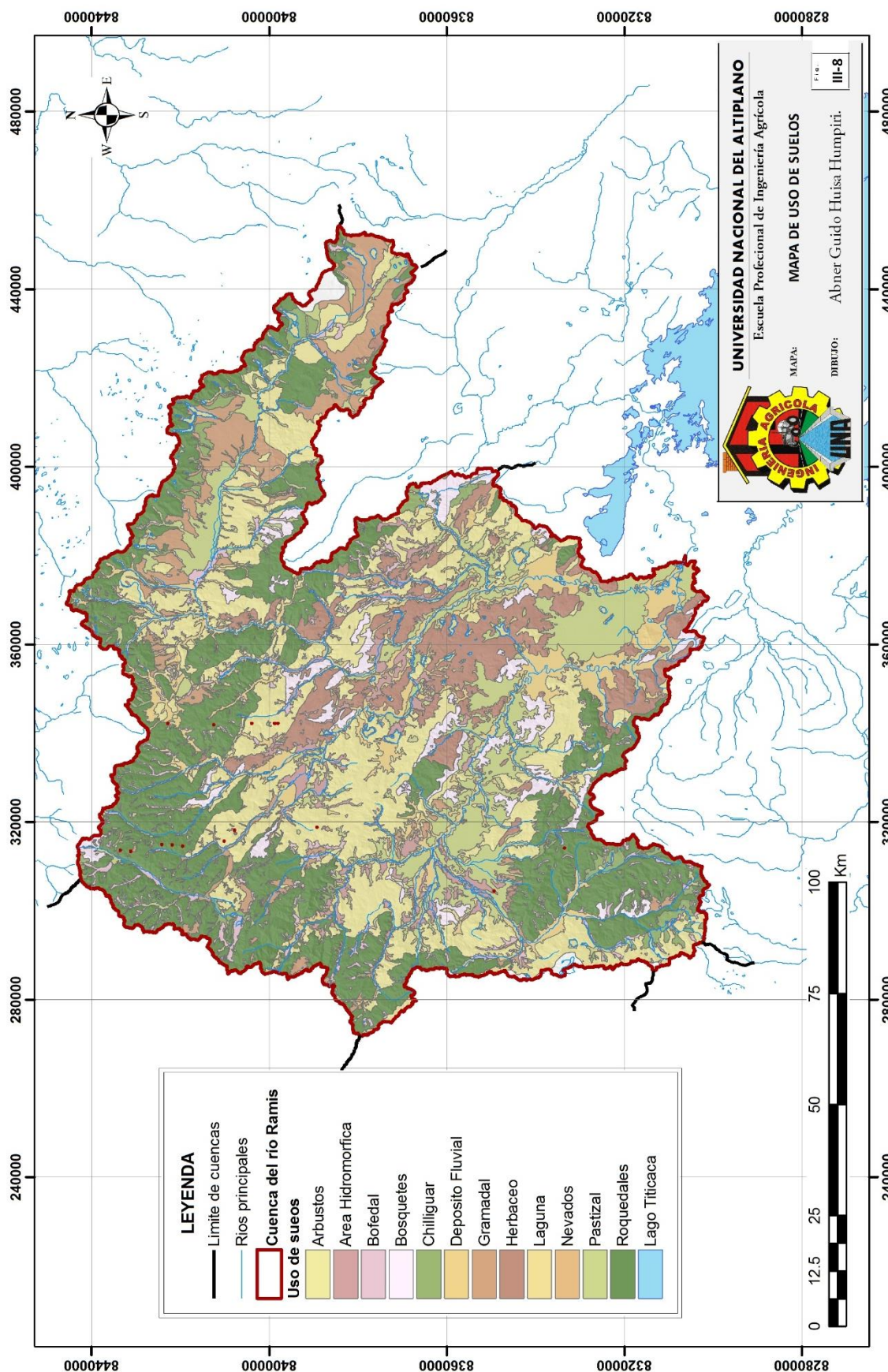


Figura III-8: Mapa de ecología y usos de suelos.

3.7.3.4. Mapa de número Curva

La metodología seguida para combinar las capas de información y obtener el número de curva se presentó en un informe del CEDEX (1994) realizado con la colaboración del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la UPV. A cada una de las variables que interviene en la obtención del número de curva se le asignó un número primo, considerando que la característica hidrológica era única Cuadro III-8. Los mapas de entrada se reclasificaron con estos nuevos valores, excepto el de pendientes, ya que los valores generados por el ARCGIS ya coincidían con los correspondientes números primos (1 y 2).

Dada la singularidad de los números primos, el producto de ellos siempre dará un número diferente. Así pues, si se multiplican los mapas de usos de suelo, pendiente y tipos de suelo, dará un resultado diferente por cada combinación de tres números primos. De esta manera, conociendo el resultado del producto se puede saber de qué características de uso, tipo del suelo y de pendiente se tratan y se podrá encontrar su número de curva correspondiente, para obtenerlo con el SIG de una manera automática, se ha creado un archivo de reclasificación con todos los valores posibles, el cual se utiliza para reclasificar el mapa que contiene el producto de los tres mapas de entrada. Estos valores del número curva pueden verse modificados según sean las condiciones de humedad del suelo anteriores al evento estudiado.

Con la premisa de la descripción anterior se elabora el mapa de número curva conforme al siguiente esquema, ver Figura III-9.

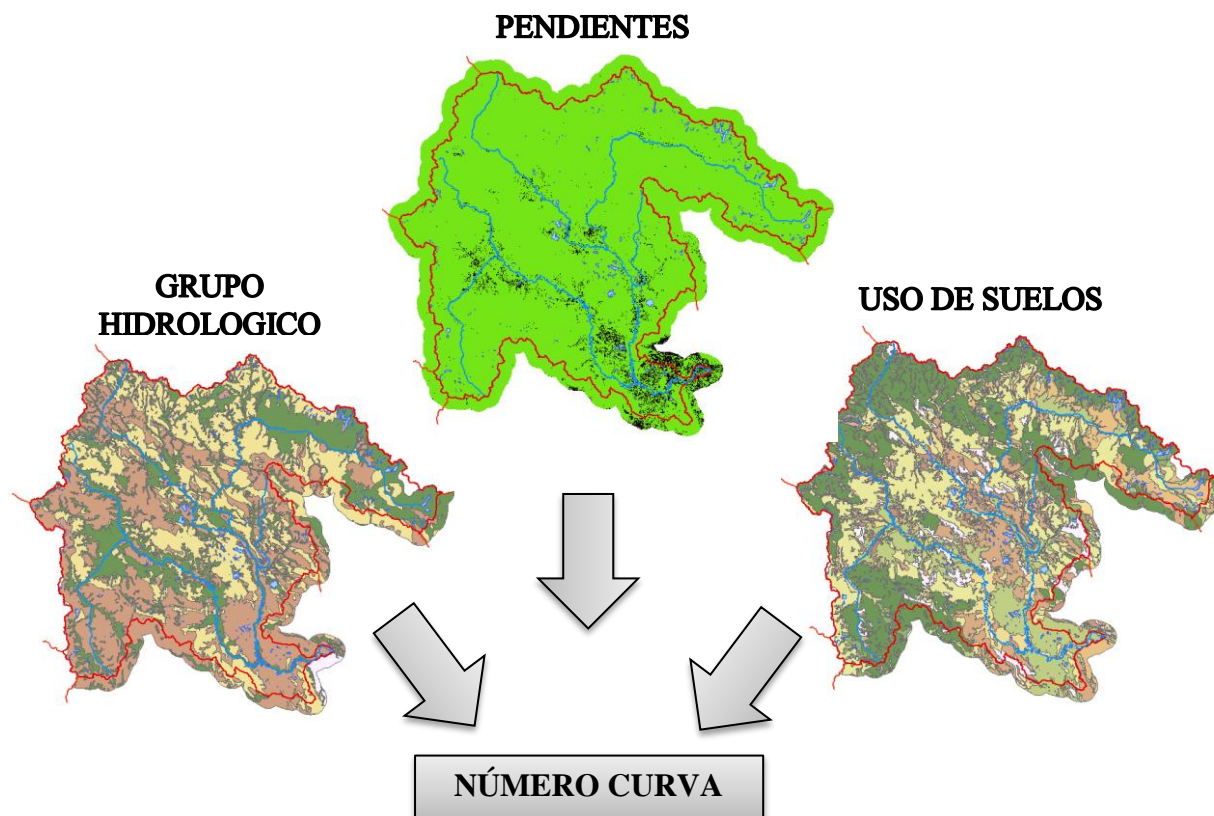


Figura III-9: Esquema para la obtención del mapa de número curva.

3.7.4. Cálculo del coeficiente manning

Todos los factores mencionados participan en la conformación de la rugosidad, sin embargo, unos inciden mayormente más que otros, en este caso la rugosidad para un tramo determinado está dada por la siguiente expresión:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad a determinar.

n_0 = Valor básico de “ n ” para un cauce recto, uniforme y liso.

n_1 = Valor agregado para corregir el efecto de las irregularidades de superficie.

n_2 = Valor que depende de la variación de la forma y tamaño de la sección.

n_3 = Valor que depende de las obstrucciones.

n_4 = Valor que depende de la vegetación y condiciones del flujo.

m_5 = Factor de corrección por efecto de los meandros del canal.

Cuadro III-9: Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad de “n”.

CONDICIONES DEL CANAL				VALORES	
1	Material involucrado	1.1	Tierra	n ₀	0.02
		1.2	Corte en roca		0.025
		1.3	Grava fina		0.024
		1.4	Grava gruesa		0.028
2	Grado de irregularidad	2.1	Suave	n ₃	0
		2.2	Menor		0.005
		2.3	Moderado		0.01
		2.4	Severo		0.02
3	Variaciones de la sección transversal	3.1	Gradual	n ₂	0
		3.2	Ocasionalmente alterante		0.005
		3.3	Frecuentemente alterante		0.010 – 0.015
4	Efecto relativo de las obstrucciones	4.1	Insignificante	n ₃	0
		4.2	Menor		0.010 – 0.015
		4.3	Apreciable		0.020 – 0.030
		4.4	Severo		0.040 – 0.060
5	Vegetación	5.1	Baja	n ₄	0.005 – 0.010
		5.2	Media		0.010 – 0.025
		5.3	Alta		0.025 – 0.050
		5.4	Muy alta		0.050 – 0.100
6	Grado de los efectos por meandros	6.1	Menor	m ₅	1
		6.2	Apreciable		1.15
		6.3	Severo		1.3

Fuente: Ven Te Chow, 1995.

3.7.5. Modelamiento con HEC-GeoHMS.

Una vez identificados el área de drenaje de la cuenca del río Ramis, se procede a la construcción de la estructura con elementos del software HEC-GeoHMS como una previa preparación de los datos vía SIG con el fin de exportarlos al HEC-HMS para ser procesados. El proceso a seguir en el HEC-GeoHMS para la preparación de la data para el HEC-HMS es como sigue a continuación:

- Generar proyecto: Crear un nuevo proyecto a partir de la información generada por el ArcHydro, lo cual será la base para generar y gestionar futuros proyectos con HEC-GeoHMS.
- Procesamiento de la cuenca: Se realiza el procesamiento de la cuenca del río Ramis en función a sub cuencas y puntos de interés, definiendo como punto de salida de toda la cuenca en la confluencia de los ríos Pucara y Azangaro, de los cuales con la ayuda del HEC-GeoHMS, se unen, dividen e identifican nuevas cuencas.
- Características de la cuenca: En este apartado se calculan las principales características fisiográficas de las cuencas y sub cuencas identificadas, tales como

longitud de ríos, pendientes, centros de gravedad entre otros necesarios para ubicar espacialmente los elementos del modelamiento del HEC-HMS.

- **Parámetros hidrológicos:** En este paso se define con que metodología se realizará el modelamiento hidrológico, se define el método del hidrograma unitario del SCS numero curva esto en el método de transformación y el método de pérdida, puesto que solo se cuenca con información de precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno. Este paso es importante porque de aquí se extraen toda la información generada espacialmente, como, el número curva para cada sub cuenca, las abstracciones iniciales, las pendientes, y los parámetros de los ríos los cuales serán transitados, como longitudes, pendiente entre otros.
- **Modelo Meteorológico:** en este paso se define el modelo meteorológico en nuestro caso se trabajara con *precipitation gages* (Hietograma), por el método del polígono de thiessen que también fue procesado en el ARCGIS, esto con el fin de extraer los coeficientes de thiessen para cada cuenca y sub cuenca en análisis.
- **Generar Proyecto HMS:** En este paso es el último paso en el HEC-GeoHMS, el cual donde se exporta el modelo con todas las características fisiográficas necesarias para generar caudales máximos en distintos puntos de interés previamente definidos.

3.7.6. Modelamiento con HEC-HMS.

Una vez identificados el área de drenaje de la cuenca del río Ramis, se procede a la construcción de la estructura con elementos del software HEC-GeoHMS como una previa preparación de los datos vía SIG con el fin de exportarlos al HEC-HMS para ser procesados. El proceso a seguir en el HEC-GeoHMS para la preparación de la data para el HEC-HMS es como sigue a continuación:

- **Generar proyecto:** Crear un nuevo proyecto a partir de la información generada por el ArcHydro, lo cual será la base para generar y gestionar futuros proyectos con HEC-GeoHMS.
- **Procesamiento de la cuenca:** Se realiza el procesamiento de la cuenca del río Ramis en función a sub cuencas y puntos de interés, definiendo como punto de salida de toda la cuenca en la confluencia de los ríos Pucara y Azangaro, de los

cuales con la ayuda del HEC-GeoHMS, se unen, dividen e identifican nuevas cuencas.

- Características de la cuenca: En este apartado se calculan las principales características fisiográficas de las cuencas y sub cuencas identificadas, tales como longitud de ríos, pendientes, centros de gravedad entre otros necesarios para ubicar espacialmente los elementos del modelamiento del HEC-HMS.
- Parámetros hidrológicos: En este paso se define con que metodología se realizará el modelamiento hidrológico, se define el método del hidrograma unitario del SCS numero curva esto en el método de transformación y el método de perdida, puesto que solo se cuenca con información de precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno. Este paso es importante porque de aquí se extraen toda la información generada espacialmente, como, el número curva para cada sub cuenca, las abstracciones iniciales, las pendientes, y los parámetros de los ríos los cuales serán transitados, como longitudes, pendiente entre otros.
- Modelo Meteorológico: en este paso se define el modelo meteorológico en nuestro caso se trabajara con *precipitation gages* (Hietograma), por el método del polígono de thiessen que también fue procesado en el ARCGIS, esto con el fin de extraer los coeficientes de thiessen para cada cuenca y sub cuenca en análisis.
- Generar Proyecto HMS: En este paso es el último paso en el HEC-GeoHMS, el cual donde se exporta el modelo con todas las características fisiográficas necesarias para generar caudales máximos en distintos puntos de interés previamente definidos.

3.8. Simulación hidrológica para diferentes escenarios

Para realizar el análisis de máximas avenidas, cuya finalidad es la de determinar los caudales máximos de diseños para diferentes periodos de retorno en diferentes puntos de interés en la cuenca del río Ramis, obteniendo estimaciones muy importantes para realizar el tránsito de avenidas a nivel de cuenca en cada uno de los embalses definidos y analizar el comportamiento de las avenidas en toda la cuenca.

Para el análisis de máximas avenidas, se utilizó tanto la información cartográfica en formato GDEM, así como las tormentas de diseño generadas a partir de registros de precipitación máxima en 24 horas de todas las estaciones identificadas, correspondiente

al periodo 1964 – 2011. También se toman en cuenta coberturas en formato SIG elaborados en la Macro zonificación Ecológica Económica del Sistema TDPS, para la determinación del numero curva, en todo el ámbito de la cuenca del río Ramis.

3.8.1. Escenario 01: Situación Actual.

Tomando en cuenta la situación actual en la que se encuentra la cuenca del río Ramis, e identificado que no cuenta con ningún tipo de estructura con fines de control de avenidas, específicamente embalses de atenuación de avenidas, entonces, se podría decir que los eventos de precipitaciones de avenida que se presenten en la cuenca generan una escorrentía directa que acumulándose generan elevados caudales en las partes bajas de la cuenca ocasionando desbordes, fallas estructurales en diques y defensas ribereñas, reflejándose en inundaciones y perdidas de áreas de cultivos. Entonces, se define este escenario como situación actual en el que se simula el comportamiento de las avenidas sin ninguna medida control estructural, en el caso de los embalses para la atenuación de avenidas.

3.8.2. Escenario 02: Situación Futura con embalses al 100% de capacidad.

Como medidas del control de inundaciones se plantean 06 embalses propuestos con fines de laminación de las avenidas que se puedan presentar aguas arriba de la ubicación de estos, para posteriormente analizar cuál es su inferencia en la reducción del caudal generado a nivel de cuenca en la parte baja específicamente en la confluencia del río Pucará con el río Azangaro (naciente del río Ramis). Estos embalses en esta situación funcionarían con su capacidad máxima de almacenamiento propuesto por diferentes instituciones, es decir al 100% de capacidad.

3.8.3. Escenario 03: Situación Futura con embalses al 50% de capacidad.

A diferencia que la situación 02 en esta situación se tomara en cuenta que el embalse estará a la mitad de su capacidad (50%), ya sea por el fin por el que fue concebido o como una situación de analizar el amortiguamiento de las avenidas, lo cual el embalse tendrá una función multipropósito la atención a alguna demanda y la prevención de ondas de avenidas.

3.8.4. Escenario 04: Situación Futura con capacidad máxima con influencia de la evaporación.

A diferencia que la situación 02 en esta situación se tomara en cuenta, que suponiendo que los embalses se encuentran llenos y que no estaban operando al momento del evento extremo, pero hubo pérdidas considerables por evaporación que varía según sus espejos de agua, y disminuye en un porcentaje el volumen útil, teniendo por consiguiente un volumen diferencial para el cual puede ser transitado y posteriormente analizar el comportamiento de los embalses debido a esta situación.

3.9. Reducción de avenidas en los embalses

Cada embalse según la morfología de su cuenca colectora al igual que su vaso y características topográficas tiene diferente comportamiento, donde el comportamiento del caudal de avenida también varía en función del periodo de retorno y otros factores como la longitud del aliviadero.

3.9. Capacidad de laminación de los embalses propuestos

Según LOPEZ, BAGUERIA Y GARCIA (2003, p65). Los caudales estimados para diferentes periodos de retorno tanto de entrada como de salida de un embalse se pueden representar en términos de reducción con una relación entre el caudal de entrada y el caudal de salida en términos de porcentaje, con fines de ver el grado de reducción ante las avenidas de cada embalse.

CAPITULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este acápite se presentan los resultados obtenidos al realizar los procedimientos citados anteriormente teniendo lo siguiente.

4.4.1. Análisis de información Cartográfica.

Se identificaron seis cuadrantes del satélite que son: ASTGTM S15W070, S15W071, S15W072, S16W070, S16W071 y S16W072, serán unidas con las herramientas del ARCGIS.

Por tanto se usaron los seis (06) cuadrantes para cubrir toda el área de la cuenca del río Ramis, los códigos del GeoServidor son ASTGTM_S15w070, ASTGTM_S15w071, ASTGTM_S15w072, ASTGTM_S16w070, ASTGTM_S16w071 y ASTGTM_S16w072, y la distribución espacial se ve en la Figura IV-1.

Seguidamente se realiza la unión mediante herramientas SIG de estos cuadrantes, por otra parte se tiene un polígono en formato shape de la cuenca del río Ramis a partir del cual se crea un Buffer de 500 metros, y se procede a recortar el raster con fines de mejor manejo para el ArcHydro y evitar el colapso de la memoria de la computadora, como se ve en la Figura IV-2:

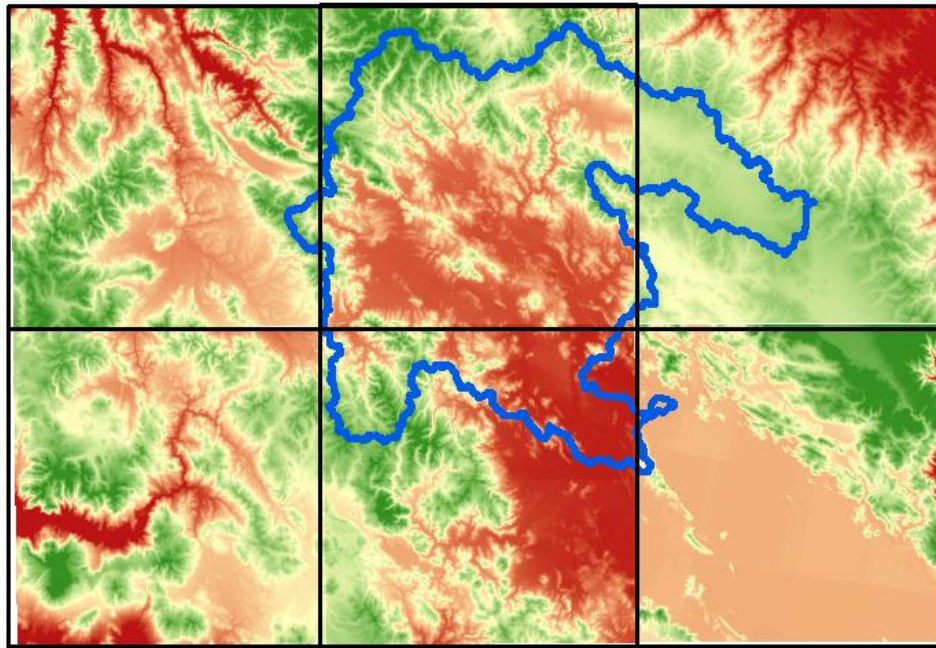


Figura IV-1: Cuadrantes del GeoServidor del Satelite ARTER-GDEM.

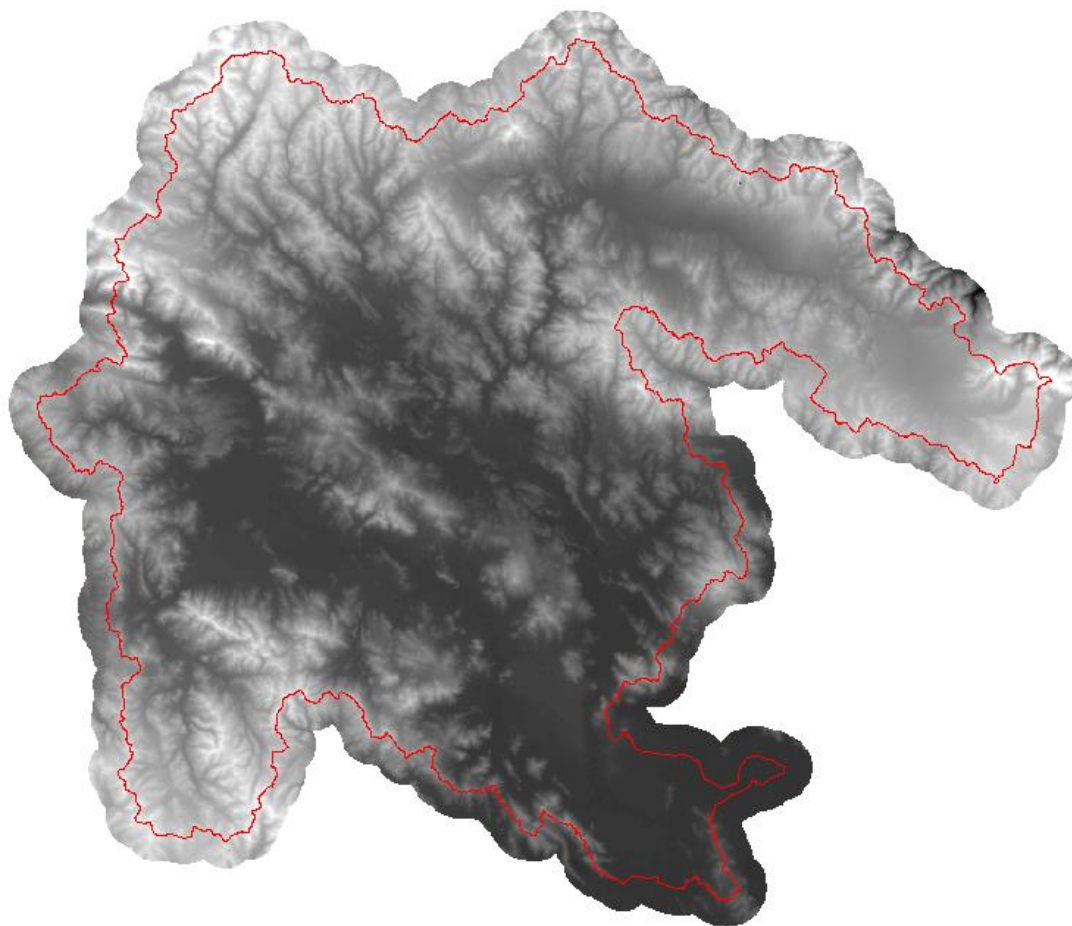


Figura IV-2: Buffer de 500 metros de la cuenca del río Ramis en formato Raster.

4.4.2. Análisis de la información meteorológica.

Se llevaron a cabo las pruebas de independencia y homogeneidad y se describen a continuación:

4.4.2.1. Análisis de Homogeneidad

4.4.2.1.1. Pruebas de Heltmet

Por tal razón se ha aplicado la Prueba de Helmet a los registros de precipitación máxima en 24 horas a cada una de las estaciones en análisis teniendo como resumen de resultados el Cuadro IV-1.

Cuadro IV-1: Resumen de la Prueba de Helmet

Estacion	Prueba de Homogeneidad		
	S	C	Helmert
Ananea	33	11	Inhomogenia
Arapa	27	19	Inhomogenia
Ayaviri	26	14	Inhomogenia
Azangaro	24	15	Inhomogenia
Chuquibambilla	17	22	Homogenia
Crucero	27	20	Inhomogenia
Huancane	22	25	Homogenia
Juliaca	21	14	Inhomogenia
Lampa	26	20	Homogenia
Llalli	20	15	Homogenia
Macusani	17	12	Homogenia
Muñani	22	24	Homogenia
Nuñoa	15	12	Homogenia
Pampahuta	27	20	Inhomogenia
Progreso	26	18	Inhomogenia
Pucará	25	22	Homogenia
Putina	20	26	Homogenia
Santa Rosa	21	14	Inhomogenia
Sicuani	11	9	Homogenia
Taraco	27	20	Inhomogenia

Fuente: Elaboración Propia.

Para un mejor análisis se adjunta una memoria de cálculos realizados para dos estaciones al azar que se muestran en el Anexo B.

4.4.2.2. Prueba de t de student

Por lo tanto se aplica esta prueba paramétrica a cada uno de las estaciones en análisis, siempre con los máximos anuales como valores, el cual se obtiene el siguiente Cuadro IV-2.

Para un mejor análisis se adjunta una memoria de cálculos realizados para dos estaciones al azar que se muestran en el Anexo C.

4.4.2.2.3. Prueba estadística de Cramer

Se procede a aplicar la prueba de Cramer a un 60 y 30 % de la longitud total de la muestra de cada una de las estaciones analizadas, a partir del cual se obtiene como resultado el Cuadro IV-3.

Cuadro IV-2: Resumen de Prueba de t de student

Estacion	Prueba de Homogeneidad		
	t(d)	t(n,1-a/2)	Helmert
Ananea	1.1052	2.0167	Homogenia
Arapa	0.816	2.0141	Homogenia
Ayaviri	1.354	2.0227	Homogenia
Azangaro	0.3606	2.0244	Homogenia
Chuquibambilla	0.1645	2.0244	Homogenia
Crucero	0.7238	2.0129	Homogenia
Huancane	0.2621	2.0129	Homogenia
Juliaca	0.3576	2.0322	Homogenia
Lampa	0.4725	2.0141	Homogenia
Llalli	0.3363	2.0322	Homogenia
Macusani	0.6125	2.0484	Homogenia
Muñani	0.348	2.0141	Homogenia
Nuñoa	0.5825	2.0555	Homogenia
Pampahuta	1.0667	2.0129	Homogenia
Progreso	0.4937	2.0167	Homogenia
Pucará	0.8579	2.0129	Homogenia
Putina	0.382	2.0141	Homogenia
Santa Rosa	0.8152	2.0322	Homogenia
Sicuni	0.6086	2.093	Homogenia
Taraco	0.906	2.0141	Homogenia

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-3: Resumen de Prueba de t de Cramer

Estacion	Prueba de Homogeneidad				
	t(60%)	t(30%)	t(n,0.05)	60%	30%
Ananea	2.1670	6.1971	2.0167	Inhomogenia	Inhomogenia
Arapa	2.4286	1.2278	2.0141	Inhomogenia	Homogenia
Ayaviri	4.4079	1.7091	2.0227	Inhomogenia	Homogenia
Azangaro	0.0661	0.7914	2.0244	Homogenia	Homogenia
Chuquibambilla	0.2441	1.2379	2.0244	Homogenia	Homogenia
Crucero	0.7049	2.5466	2.0129	Homogenia	Inhomogenia
Huancane	0.1570	2.2267	2.0129	Homogenia	Inhomogenia
Juliaca	0.9550	0.8402	2.0322	Homogenia	Homogenia
Lampa	0.9163	0.2121	2.0141	Homogenia	Homogenia
Llalli	1.0096	0.0758	2.0322	Homogenia	Homogenia
Macusani	1.1919	1.0250	2.0484	Homogenia	Homogenia
Muñani	1.0917	0.7444	2.0141	Homogenia	Homogenia
Nuñoa	2.4858	0.0160	2.0555	Inhomogenia	Homogenia
Pampahuta	1.2381	2.1652	2.0129	Homogenia	Inhomogenia
Progreso	1.1163	1.7098	2.0167	Homogenia	Homogenia
Pucará	1.3155	1.8906	2.0129	Homogenia	Homogenia
Putina	0.6482	0.5167	2.0141	Homogenia	Homogenia
Santa Rosa	2.8204	1.1627	2.0322	Inhomogenia	Homogenia
Sicuni	0.0372	1.1465	2.0930	Homogenia	Homogenia
Taraco	2.1025	0.5231	2.0129	Inhomogenia	Homogenia

Fuente: Elaboración Propia.

Para un mejor análisis se adjunta una memoria de cálculos realizados para dos estaciones al azar que se muestran en el Anexo D.

4.4.2.2.4. Prueba de independencia de Anderson

Para saber que los datos de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones meteorológicas son aleatorios se aplica la prueba de independencia de Anderson, a partir del cual se obtiene como resumen el Cuadro IV-4.

Cuadro IV-4: Resumen de Prueba de independencia de Anderson

Estacion	Prueba de Independencia			
	Promedio	n	k	Conclusión Muestra
Ananea	20.6556	45	15	Aleatoria
Arapa	33.0851	47	16	Aleatoria
Ayaviri	33.3488	41	14	Aleatoria
Azangaro	34.4925	40	13	Aleatoria
Chuquibambilla	33.9925	40	13	Aleatoria
Crucero	37.5542	48	16	Aleatoria
Huancane	38.8771	48	16	Aleatoria
Juliaca	35.2806	36	12	Aleatoria
Lampa	35.6681	47	16	Aleatoria
Llalli	32.2222	36	12	Aleatoria
Macusani	29.3900	30	10	Aleatoria
Muñani	28.4234	47	16	Aleatoria
Nuñoa	26.3893	28	9	Aleatoria
Pampahuta	34.3563	48	16	Aleatoria
Progreso	29.9889	45	15	Aleatoria
Pucará	34.9000	48	16	Aleatoria
Putina	33.1553	47	16	Aleatoria
Santa Rosa	32.6333	36	12	Aleatoria
Sicuani	30.3905	21	7	Aleatoria
Taraco	34.6313	48	16	Aleatoria

Fuente: Elaboración Propia.

Para un mejor análisis se adjunta una memoria de cálculos realizados para dos estaciones al azar que se muestran en el Anexo E.

4.4.3. Eventos Extremos

4.4.3.1. Ajuste de funciones de distribución de probabilidad

En el Capítulo 2.6 se describieron siete funciones de distribución de probabilidad que serán aplicadas a las 20 estaciones meteorológicas que registran la precipitación máxima en 24 horas en la cuenca del río Ramis.

Lo que implica que se realizaron 140 pruebas de ajuste para las 20 estaciones en análisis y se de la siguiente manera: Distribución Normal, Distribución Los Normal, Distribución Log Normal 3 parámetros, Distribución Pearson Tipo III, Distribución Log Pearson Tipo

III, Distribución Gamma y Distribución Gumbel, en el Anexo F, se detalla los cálculos realizados del ajuste de función de distribución de probabilidad a una estación modelo.

En los Cuadros IV-5 al IV-24, se muestran los resúmenes de las predicciones de precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno por estación, y sus respectivos gráficos de la Figura VI-1 al VI-21.

Cuadro IV-5: Análisis de distribución de probabilidad estación: Ananea

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	47.5	62.4	77.8	47.6	73.3	74.6	97.3	123.3	59.0	54.5	69.2	62.9
2000	0.0005	44.4	54.6	65.3	44.4	63.3	64.2	76.3	90.9	53.0	49.3	60.1	55.0
1000	0.0010	42.9	51.3	60.2	42.9	58.9	59.7	68.5	79.6	50.4	47.0	56.2	51.6
200	0.0050	39.2	43.7	49.0	39.1	49.0	49.4	52.7	57.8	43.9	41.4	47.2	43.6
100	0.0100	37.4	40.4	44.5	37.3	44.7	45.0	46.7	50.2	41.0	38.9	43.3	40.2
50	0.0200	35.5	37.2	40.0	35.3	40.4	40.6	41.2	43.3	38.0	36.2	39.3	36.8
25	0.0400	33.3	33.8	35.6	33.1	36.0	36.1	36.1	37.2	34.8	33.4	35.4	33.3
20	0.0500	32.5	32.7	34.3	32.3	34.6	34.7	34.5	35.4	33.7	32.5	34.1	32.2
10	0.1000	29.9	29.2	29.9	29.7	30.2	30.2	29.8	30.0	30.2	29.4	30.1	28.7
5	0.2000	26.7	25.5	25.6	26.6	25.6	25.5	25.2	25.0	26.3	25.9	25.8	25.0
3	0.3333	23.8	22.4	22.2	23.6	22.0	22.0	21.8	21.6	23.0	22.9	22.5	22.0
2	0.5000	20.7	19.6	19.2	20.6	19.0	18.9	19.0	18.7	19.8	20.0	19.5	19.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-6: Análisis de distribución de probabilidad estación: Arapa

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	63.7	77.0	83.8	70.2	81.5	82.4	94.8	97.0	73.0	70.6	88.6	87.3
2000	0.0005	60.2	69.7	74.6	64.8	73.4	74.0	81.6	82.9	67.2	65.2	78.2	77.2
1000	0.0010	58.6	66.5	70.7	62.4	69.8	70.3	76.2	77.3	64.6	62.7	73.8	72.8
200	0.0050	54.3	58.9	61.6	56.5	61.4	61.6	64.4	64.9	58.2	56.8	63.4	62.7
100	0.0100	52.3	55.5	57.7	53.8	57.6	57.7	59.6	59.9	55.2	54.0	58.9	58.3
50	0.0200	50.0	52.1	53.7	50.9	53.8	53.8	54.9	55.0	52.1	51.1	54.5	53.9
25	0.0400	47.5	48.5	49.6	47.9	49.7	49.7	50.2	50.2	48.8	48.0	49.9	49.5
20	0.0500	46.6	47.3	48.3	46.8	48.4	48.3	48.7	48.6	47.7	46.9	48.5	48.1
10	0.1000	43.7	43.5	44.0	43.4	44.1	43.9	43.9	43.9	44.0	43.4	43.8	43.5
5	0.2000	40.0	39.2	39.3	39.4	39.4	39.2	39.1	38.9	39.7	39.4	39.0	38.8
3	0.3333	36.6	35.6	35.5	36.0	35.5	35.3	35.2	35.1	36.0	35.9	35.2	35.1
2	0.5000	33.1	32.2	31.9	32.5	31.8	31.8	31.7	31.6	32.4	32.5	31.7	31.7

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-7: Análisis de distribución de probabilidad estación: Ayaviri

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	62.6	80.2	64.7	73.9	64.7	66.9	105.6	86.2	70.9	71.4	86.3	96.2
2000	0.0005	59.2	72.3	60.8	67.7	60.8	62.5	89.0	76.5	65.5	65.9	76.4	84.5
1000	0.0010	57.6	68.8	59.1	64.9	59.0	60.4	82.4	72.3	63.1	63.4	72.2	79.5
200	0.0050	53.6	60.7	54.5	58.2	54.5	55.4	68.3	62.9	57.1	57.3	62.3	67.8
100	0.0100	51.6	57.1	52.4	55.2	52.3	53.0	62.6	58.8	54.3	54.6	58.0	62.8
50	0.0200	49.5	53.5	50.0	52.0	50.0	50.5	57.1	54.6	51.4	51.6	53.7	57.8
25	0.0400	47.1	49.7	47.4	48.7	47.4	47.7	51.8	50.4	48.3	48.5	49.4	52.7
20	0.0500	46.3	48.4	46.5	47.6	46.5	46.7	50.1	49.0	47.2	47.4	48.0	51.0
10	0.1000	43.4	44.3	43.5	43.9	43.5	43.5	44.9	44.6	43.7	43.8	43.6	45.8
5	0.2000	40.0	39.8	39.9	39.7	39.9	39.8	39.6	39.9	39.7	39.8	39.0	40.4
3	0.3333	36.7	36.0	36.6	36.1	36.6	36.4	35.4	35.9	36.2	36.2	35.3	36.1
2	0.5000	33.3	32.4	33.2	32.7	33.2	33.0	31.8	32.3	32.7	32.7	32.1	32.2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-8: Análisis de distribución de probabilidad estación: Azangaro

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	80.8	111.3	117.3	89.9	112.6	108.5	157.7	148.5	101.6	95.1	118.4	109.7
2000	0.0005	75.5	96.6	101.4	81.8	99.0	95.6	125.9	120.1	91.0	85.7	102.7	95.6
1000	0.0010	73.0	90.5	94.7	78.2	93.0	90.0	113.8	109.1	86.3	81.5	96.0	89.5
200	0.0050	66.6	76.3	79.4	69.4	79.1	76.8	88.7	86.1	75.0	71.4	80.3	75.4
100	0.0100	63.5	70.3	72.9	65.3	72.9	71.0	79.0	77.1	69.9	66.9	73.6	69.3
50	0.0200	60.1	64.2	66.4	61.0	66.6	65.0	70.0	68.6	64.6	62.1	66.8	63.2
25	0.0400	56.3	58.1	59.8	56.5	60.1	58.9	61.4	60.5	59.1	57.1	60.0	57.1
20	0.0500	55.0	56.1	57.7	54.9	58.0	56.9	58.7	58.0	57.2	55.4	57.7	55.1
10	0.1000	50.5	49.8	50.8	49.8	51.1	50.3	50.7	50.3	51.1	49.8	50.8	48.8
5	0.2000	45.0	43.0	43.6	43.9	43.8	43.3	42.8	42.6	44.3	43.6	43.5	42.2
3	0.3333	39.9	37.6	37.8	38.7	37.8	37.6	36.8	36.8	38.5	38.3	37.7	37.0
2	0.5000	34.5	32.6	32.5	33.6	32.3	32.5	31.8	31.9	33.0	33.2	32.4	32.3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-9: Análisis de distribución de probabilidad estación: Chuquibambilla

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	68.4	82.3	98.1	74.3	94.1	69.0	127.6	86.0	79.8	75.6	96.3	87.7
2000	0.0005	64.4	74.1	85.4	68.5	83.4	64.8	102.9	76.4	73.0	69.5	84.7	77.7
1000	0.0010	62.6	70.5	80.1	65.9	78.7	62.8	93.6	72.4	70.0	66.8	79.7	73.3
200	0.0050	57.8	62.1	68.1	59.6	67.8	57.7	74.5	63.0	62.6	60.1	68.0	63.2
100	0.0100	55.5	58.4	63.0	56.6	63.0	55.3	67.2	59.0	59.2	57.0	63.0	58.8
50	0.0200	53.0	54.6	58.0	53.5	58.2	52.7	60.3	54.9	55.6	53.8	58.0	54.5
25	0.0400	50.2	50.7	52.9	50.2	53.2	49.9	53.9	50.8	51.8	50.4	52.9	50.0
20	0.0500	49.2	49.4	51.3	49.1	51.6	48.9	51.9	49.4	50.5	49.2	51.3	48.6
10	0.1000	45.8	45.1	46.1	45.3	46.3	45.5	45.9	45.0	46.2	45.3	46.1	44.1
5	0.2000	41.8	40.5	40.7	41.0	40.8	41.4	40.0	40.3	41.4	40.9	40.6	39.4
3	0.3333	38.0	36.6	36.3	37.2	36.3	37.7	35.6	36.4	37.2	37.0	36.3	35.6
2	0.5000	34.0	32.9	32.4	33.4	32.3	33.8	31.9	32.8	33.2	33.3	32.5	32.3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-10: Análisis de distribución de probabilidad estación: Crucero

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	86.5	126.7	117.3	127.7	113.8	122.9	132.2	146.3	107.7	104.5	126.2	127.5
2000	0.0005	80.9	109.4	103.0	110.1	101.1	107.9	113.2	122.2	96.7	94.1	109.6	110.7
1000	0.0010	78.2	102.1	96.9	102.7	95.6	101.4	105.3	112.5	91.9	89.5	102.5	103.5
200	0.0050	71.5	85.6	82.7	86.0	82.4	86.1	87.5	91.4	80.1	78.3	86.0	86.7
100	0.0100	68.2	78.6	76.5	78.9	76.5	79.3	80.1	82.8	74.8	73.3	78.8	79.5
50	0.0200	64.6	71.6	70.3	71.8	70.4	72.4	72.7	74.4	69.3	68.0	71.7	72.2
25	0.0400	60.6	64.5	63.8	64.7	64.1	65.3	65.3	66.2	63.4	62.4	64.5	64.9
20	0.0500	59.2	62.2	61.7	62.3	61.9	63.0	62.9	63.6	61.5	60.6	62.1	62.5
10	0.1000	54.4	55.0	54.9	55.0	55.1	55.5	55.3	55.5	55.1	54.4	54.7	55.0
5	0.2000	48.6	47.3	47.5	47.3	47.6	47.5	47.4	47.2	47.9	47.6	47.0	47.2
3	0.3333	43.2	41.1	41.4	41.0	41.4	41.0	41.0	40.8	41.8	41.7	40.9	41.0
2	0.5000	37.6	35.4	35.8	35.4	35.6	35.1	35.3	35.1	36.0	36.1	35.4	35.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-11: Análisis de distribución de probabilidad estación: Huancane

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	78.4	104.7	90.3	92.7	89.4	92.3	124.3	115.4	91.5	91.1	110.4	118.6
2000	0.0005	73.8	93.0	82.7	84.4	82.2	84.2	106.1	100.3	83.7	83.3	97.0	103.8
1000	0.0010	71.7	88.0	79.3	80.7	78.9	80.7	98.7	94.0	80.2	79.9	91.3	97.4
200	0.0050	66.2	76.3	71.0	71.8	70.9	71.9	82.4	79.9	71.7	71.4	78.0	82.6
100	0.0100	63.6	71.2	67.2	67.8	67.1	68.0	75.7	73.9	67.8	67.6	72.2	76.2
50	0.0200	60.7	66.1	63.2	63.6	63.2	63.8	69.1	67.9	63.7	63.5	66.4	69.7
25	0.0400	57.5	60.8	59.0	59.2	59.0	59.4	62.6	61.9	59.3	59.2	60.6	63.3
20	0.0500	56.3	59.0	57.6	57.7	57.6	57.9	60.5	60.0	57.8	57.7	58.7	61.2
10	0.1000	52.5	53.4	52.8	52.8	52.9	52.9	53.9	53.8	52.9	52.8	52.7	54.5
5	0.2000	47.8	47.3	47.4	47.3	47.5	47.3	47.2	47.3	47.4	47.3	46.5	47.6
3	0.3333	43.4	42.2	42.7	42.5	42.7	42.5	41.8	42.0	42.6	42.6	41.6	42.1
2	0.5000	38.9	37.5	38.1	37.9	38.1	37.9	37.0	37.2	37.9	37.9	37.1	37.2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-12: Análisis de distribución de probabilidad estación: Juliaca

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	75.4	101.2	94.9	78.9	93.0	76.8	112.3	128.3	90.4	87.8	107.9	108.0
2000	0.0005	70.8	89.2	85.0	73.3	83.9	71.7	96.7	106.9	82.1	79.9	94.4	94.4
1000	0.0010	68.6	84.1	80.7	70.7	79.9	69.3	90.3	98.3	78.3	76.3	88.5	88.6
200	0.0050	63.1	72.2	70.5	64.2	70.2	63.3	75.9	80.0	69.3	67.7	75.0	75.0
100	0.0100	60.4	67.1	65.9	61.2	65.9	60.5	69.8	72.7	65.1	63.8	69.1	69.1
50	0.0200	57.4	61.9	61.3	57.9	61.3	57.4	63.8	65.6	60.8	59.7	63.2	63.2
25	0.0400	54.2	56.6	56.4	54.3	56.5	54.0	57.8	58.8	56.2	55.4	57.3	57.3
20	0.0500	53.0	54.9	54.8	53.0	54.9	52.8	55.9	56.6	54.7	53.9	55.4	55.4
10	0.1000	49.1	49.3	49.5	48.9	49.6	48.8	49.8	49.9	49.6	49.0	49.4	49.3
5	0.2000	44.4	43.3	43.7	43.9	43.8	44.0	43.3	43.1	43.9	43.6	43.0	43.0
3	0.3333	39.9	38.3	38.8	39.5	38.8	39.6	38.2	37.8	38.9	38.8	38.0	37.9
2	0.5000	35.3	33.8	34.1	34.9	34.0	35.1	33.5	33.2	34.2	34.3	33.5	33.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-13: Análisis de distribución de probabilidad estación: Lampa

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	68.8	84.7	88.8	90.7	86.5	87.4	91.5	95.2	78.8	76.8	95.6	97.8
2000	0.0005	65.0	76.4	79.4	80.6	78.2	78.8	81.1	83.5	72.5	70.9	84.4	86.3
1000	0.0010	63.2	72.8	75.4	76.4	74.5	75.0	76.7	78.7	69.7	68.2	79.6	81.3
200	0.0050	58.6	64.3	66.0	66.5	65.7	66.0	66.7	67.7	62.8	61.6	68.4	69.7
100	0.0100	56.4	60.6	61.9	62.2	61.8	62.0	62.4	63.1	59.6	58.6	63.6	64.7
50	0.0200	54.0	56.7	57.7	57.9	57.7	57.9	58.0	58.4	56.2	55.4	58.7	59.7
25	0.0400	51.3	52.8	53.4	53.5	53.5	53.6	53.6	53.8	52.7	52.0	53.9	54.6
20	0.0500	50.3	51.4	52.0	52.0	52.1	52.2	52.1	52.2	51.5	50.8	52.3	53.0
10	0.1000	47.1	47.1	47.4	47.4	47.5	47.5	47.4	47.4	47.4	47.0	47.3	47.8
5	0.2000	43.2	42.4	42.5	42.4	42.5	42.5	42.4	42.3	42.9	42.6	42.1	42.4
3	0.3333	39.5	38.4	38.3	38.2	38.3	38.3	38.3	38.2	38.8	38.8	37.9	38.1
2	0.5000	35.7	34.6	34.5	34.4	34.4	34.4	34.5	34.3	34.9	35.0	34.2	34.2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-14: Análisis de distribución de probabilidad estación: Llalli

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	59.1	71.3	64.7	61.1	64.4	83.1	75.4	81.1	66.3	65.4	80.8	82.9
2000	0.0005	56.0	64.9	60.2	57.4	60.0	73.9	67.8	71.5	61.4	60.7	71.7	73.4
1000	0.0010	54.5	62.1	58.2	55.7	58.0	70.0	64.6	67.6	59.2	58.6	67.8	69.4
200	0.0050	50.8	55.4	53.1	51.5	53.1	60.7	57.0	58.6	53.8	53.3	58.8	59.9
100	0.0100	49.0	52.5	50.8	49.5	50.8	56.6	53.7	54.8	51.4	50.9	54.9	55.8
50	0.0200	47.0	49.4	48.3	47.4	48.3	52.5	50.3	51.0	48.7	48.3	50.9	51.7
25	0.0400	44.9	46.2	45.6	45.0	45.6	48.3	46.8	47.1	45.9	45.6	47.0	47.6
20	0.0500	44.1	45.2	44.7	44.2	44.7	46.9	45.7	45.9	44.9	44.7	45.7	46.2
10	0.1000	41.5	41.7	41.7	41.4	41.7	42.5	41.9	41.9	41.7	41.5	41.6	42.0
5	0.2000	38.3	37.8	38.1	38.1	38.1	37.8	37.9	37.7	38.1	38.0	37.4	37.6
3	0.3333	35.3	34.6	35.0	35.1	35.0	34.1	34.5	34.3	34.9	34.8	34.1	34.1
2	0.5000	32.2	31.5	31.8	32.0	31.8	30.7	31.3	31.1	31.7	31.7	31.0	31.0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-15: Análisis de distribución de probabilidad estación: Macusani

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	57.8	64.2	106.3	60.2	99.1	101.6	141.0	111.5	66.8	61.1	80.9	67.7
2000	0.0005	54.5	58.5	86.6	55.9	84.0	86.4	104.1	87.6	61.3	56.5	71.3	60.5
1000	0.0010	53.0	56.0	79.0	53.9	77.7	80.1	91.5	78.9	58.9	54.5	67.1	57.4
200	0.0050	49.1	50.1	63.0	49.2	63.6	65.6	67.7	61.7	52.8	49.5	57.5	50.2
100	0.0100	47.2	47.4	56.8	46.9	57.7	59.6	59.5	55.4	50.1	47.1	53.4	47.1
50	0.0200	45.1	44.7	51.0	44.6	51.9	53.6	52.2	49.6	47.1	44.7	49.2	43.9
25	0.0400	42.8	41.9	45.5	42.0	46.2	47.7	45.8	44.3	44.0	42.1	45.0	40.8
20	0.0500	42.0	40.9	43.8	41.2	44.5	45.9	43.9	42.7	43.0	41.2	43.7	39.8
10	0.1000	39.2	37.8	38.8	38.3	39.0	40.1	38.3	37.9	39.5	38.2	39.4	36.5
5	0.2000	35.8	34.4	33.9	34.9	33.7	34.4	33.3	33.4	35.5	34.8	34.9	33.2
3	0.3333	32.7	31.4	30.4	32.0	29.9	30.2	29.9	30.2	32.1	31.8	31.3	30.5
2	0.5000	29.4	28.6	27.5	29.0	27.0	26.9	27.2	27.5	28.7	28.9	28.1	28.1

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-16: Análisis de distribución de probabilidad estación: Muñani

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	55.8	69.3	73.9	73.4	71.7	71.5	75.2	78.7	64.4	62.5	77.9	79.5
2000	0.0005	52.6	62.3	65.6	65.3	64.5	64.3	66.4	68.7	59.1	57.6	68.7	69.9
1000	0.0010	51.1	59.3	62.1	61.8	61.3	61.1	62.7	64.5	56.7	55.3	64.7	65.9
200	0.0050	47.4	52.2	53.9	53.7	53.7	53.6	54.2	55.2	50.9	49.9	55.5	56.3
100	0.0100	45.5	49.1	50.4	50.2	50.4	50.3	50.6	51.3	48.3	47.4	51.5	52.2
50	0.0200	43.5	45.9	46.8	46.6	46.9	46.8	46.9	47.3	45.5	44.7	47.5	48.1
25	0.0400	41.3	42.5	43.2	43.0	43.3	43.2	43.2	43.4	42.5	41.9	43.4	44.0
20	0.0500	40.5	41.4	42.0	41.8	42.1	42.1	42.0	42.2	41.5	40.9	42.1	42.6
10	0.1000	37.8	37.9	38.1	38.0	38.2	38.2	38.1	38.1	38.1	37.7	38.0	38.4
5	0.2000	34.6	33.9	34.0	33.9	34.0	34.0	34.0	33.9	34.3	34.1	33.7	33.9
3	0.3333	31.6	30.7	30.5	30.5	30.5	30.5	30.6	30.4	31.0	30.9	30.3	30.4
2	0.5000	28.4	27.6	27.4	27.4	27.3	27.3	27.4	27.3	27.8	27.8	27.2	27.2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-17: Análisis de distribución de probabilidad estación: Nuñoa

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	53.2	70.7	59.6	57.1	59.2	63.0	83.5	84.2	62.2	61.6	74.9	79.9
2000	0.0005	50.1	62.8	54.9	52.9	54.6	57.4	71.5	72.0	56.8	56.4	65.9	69.9
1000	0.0010	48.7	59.5	52.8	51.1	52.6	55.0	66.6	67.0	54.5	54.1	62.0	65.7
200	0.0050	45.0	51.6	47.6	46.4	47.5	48.9	55.7	56.0	48.7	48.4	52.9	55.7
100	0.0100	43.2	48.2	45.2	44.2	45.1	46.2	51.2	51.5	46.0	45.7	49.0	51.4
50	0.0200	41.2	44.7	42.6	41.9	42.6	43.3	46.8	47.0	43.2	43.0	45.1	47.1
25	0.0400	39.0	41.1	39.9	39.4	39.9	40.3	42.5	42.6	40.3	40.1	41.1	42.7
20	0.0500	38.3	40.0	39.0	38.5	39.0	39.3	41.0	41.2	39.3	39.1	39.8	41.3
10	0.1000	35.6	36.2	35.8	35.6	35.9	35.9	36.6	36.7	35.9	35.8	35.8	36.9
5	0.2000	32.5	32.0	32.3	32.2	32.3	32.1	32.1	32.1	32.2	32.1	31.6	32.2
3	0.3333	29.5	28.6	29.1	29.1	29.1	28.8	28.4	28.4	28.9	28.9	28.2	28.6
2	0.5000	26.4	25.4	25.9	26.1	25.9	25.7	25.1	25.1	25.7	25.8	25.2	25.2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-18: Análisis de distribución de probabilidad estación: Pampahuta

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	58.1	67.3	63.0	60.9	62.8	63.8	72.4	72.2	63.3	63.0	77.3	83.8
2000	0.0005	55.3	62.1	59.0	57.4	58.9	59.7	65.8	65.6	59.3	59.0	69.3	74.6
1000	0.0010	54.1	59.9	57.2	55.9	57.1	57.8	62.9	62.8	57.5	57.2	65.8	70.6
200	0.0050	50.8	54.4	52.8	51.9	52.8	53.2	56.3	56.2	53.0	52.8	57.8	61.5
100	0.0100	49.2	52.0	50.8	50.0	50.7	51.0	53.4	53.3	50.9	50.7	54.4	57.5
50	0.0200	47.5	49.4	48.6	48.0	48.6	48.7	50.4	50.4	48.7	48.5	50.9	53.5
25	0.0400	45.5	46.7	46.2	45.8	46.2	46.3	47.4	47.3	46.3	46.2	47.4	49.5
20	0.0500	44.8	45.8	45.4	45.1	45.4	45.5	46.3	46.3	45.5	45.4	46.3	48.2
10	0.1000	42.5	42.8	42.7	42.5	42.7	42.7	43.1	43.1	42.7	42.7	42.7	44.1
5	0.2000	39.7	39.5	39.6	39.6	39.6	39.5	39.5	39.5	39.6	39.5	38.9	39.8
3	0.3333	37.1	36.6	36.8	36.9	36.8	36.7	36.5	36.5	36.8	36.7	36.0	36.4
2	0.5000	34.4	33.8	34.0	34.1	34.0	33.9	33.6	33.6	34.0	34.0	33.3	33.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-19: Análisis de distribución de probabilidad estación: Progreso

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	57.6	72.0	66.6	58.4	65.9	74.5	74.6	82.3	65.9	64.9	80.0	82.7
2000	0.0005	54.4	64.8	61.1	55.0	60.7	67.1	66.7	71.8	60.7	59.9	70.7	72.9
1000	0.0010	53.0	61.8	58.6	53.4	58.3	63.8	63.4	67.5	58.3	57.6	66.7	68.6
200	0.0050	49.1	54.5	52.7	49.4	52.6	56.0	55.5	57.8	52.6	52.0	57.3	58.8
100	0.0100	47.3	51.3	50.0	47.4	49.9	52.6	52.1	53.7	49.9	49.4	53.3	54.6
50	0.0200	45.3	48.0	47.2	45.3	47.1	49.0	48.6	49.6	47.2	46.7	49.3	50.3
25	0.0400	43.0	44.6	44.1	43.0	44.2	45.3	45.0	45.6	44.2	43.8	45.2	46.0
20	0.0500	42.2	43.4	43.1	42.2	43.2	44.1	43.8	44.3	43.2	42.8	43.9	44.6
10	0.1000	39.5	39.8	39.8	39.4	39.8	40.1	40.0	40.1	39.8	39.6	39.7	40.2
5	0.2000	36.2	35.7	36.0	36.1	36.0	35.8	35.8	35.7	36.0	35.9	35.3	35.7
3	0.3333	33.2	32.3	32.6	33.1	32.6	32.2	32.3	32.1	32.6	32.6	31.9	32.0
2	0.5000	30.0	29.1	29.4	29.9	29.4	28.8	29.1	28.8	29.4	29.4	28.8	28.7

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-20: Análisis de distribución de probabilidad estación: Pucara

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	76.9	101.7	125.0	78.2	117.9	95.6	113.8	112.7	93.7	88.4	111.0	108.9
2000	0.0005	72.1	89.4	105.2	72.9	102.0	85.7	97.6	96.8	84.6	80.3	96.8	95.2
1000	0.0010	69.8	84.2	97.2	70.4	95.2	81.3	90.9	90.2	80.6	76.7	90.7	89.2
200	0.0050	64.0	72.2	79.5	64.2	79.4	70.9	76.0	75.5	70.9	67.9	76.5	75.4
100	0.0100	61.2	67.0	72.3	61.2	72.7	66.2	69.8	69.4	66.4	63.9	70.3	69.4
50	0.0200	58.1	61.7	65.3	58.0	65.9	61.4	63.7	63.3	61.8	59.7	64.2	63.5
25	0.0400	54.7	56.4	58.4	54.4	59.0	56.3	57.6	57.3	56.9	55.3	58.0	57.4
20	0.0500	53.5	54.6	56.2	53.2	56.8	54.7	55.6	55.4	55.3	53.8	56.0	55.5
10	0.1000	49.4	49.0	49.4	49.0	49.8	49.2	49.4	49.2	49.9	48.8	49.6	49.3
5	0.2000	44.4	42.9	42.6	44.0	42.6	43.2	42.9	42.8	43.9	43.3	43.0	42.9
3	0.3333	39.8	37.9	37.2	39.4	37.0	38.1	37.7	37.7	38.7	38.5	37.8	37.8
2	0.5000	34.9	33.3	32.6	34.7	32.2	33.4	33.1	33.1	33.7	33.9	33.0	33.2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-21: Análisis de distribución de probabilidad estación: Putina

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	61.9	79.0	65.7	62.9	65.6	66.3	105.5	85.5	70.1	70.5	85.2	95.6
2000	0.0005	58.6	71.3	61.5	59.3	61.4	61.9	88.7	75.8	64.7	65.1	75.5	84.1
1000	0.0010	57.1	67.9	59.5	57.7	59.5	59.9	82.1	71.7	62.4	62.7	71.3	79.1
200	0.0050	53.1	60.0	54.7	53.4	54.7	54.9	67.8	62.3	56.5	56.7	61.6	67.5
100	0.0100	51.2	56.5	52.4	51.4	52.4	52.6	62.2	58.3	53.8	54.0	57.4	62.5
50	0.0200	49.0	52.9	49.9	49.2	49.9	50.0	56.7	54.2	50.9	51.1	53.2	57.5
25	0.0400	46.7	49.2	47.3	46.7	47.3	47.3	51.4	50.0	47.9	48.0	49.0	52.4
20	0.0500	45.9	47.9	46.3	45.9	46.3	46.4	49.7	48.7	46.8	46.9	47.6	50.8
10	0.1000	43.1	43.9	43.2	43.0	43.2	43.2	44.5	44.3	43.4	43.5	43.3	45.6
5	0.2000	39.7	39.5	39.6	39.6	39.6	39.5	39.2	39.6	39.4	39.5	38.7	40.2
3	0.3333	36.5	35.8	36.2	36.4	36.2	36.2	35.2	35.7	36.0	36.0	35.1	35.9
2	0.5000	33.2	32.2	32.9	33.1	32.9	32.8	31.6	32.1	32.6	32.5	31.9	32.0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-22: Análisis de distribución de probabilidad estación: Santa Rosa

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	64.5	82.6	84.1	65.3	81.9	73.2	97.9	90.3	74.6	73.2	90.3	96.5
2000	0.0005	60.8	73.9	74.9	61.4	73.7	67.3	84.2	79.3	68.5	67.2	79.5	84.6
1000	0.0010	59.1	70.2	71.0	59.5	70.2	64.6	78.7	74.7	65.7	64.6	74.9	79.5
200	0.0050	54.7	61.5	61.9	54.8	61.7	58.1	66.3	64.1	58.9	58.1	64.1	67.7
100	0.0100	52.6	57.6	57.9	52.6	57.8	55.1	61.2	59.6	55.8	55.1	59.5	62.5
50	0.0200	50.2	53.7	53.9	50.2	53.9	51.9	56.2	55.1	52.5	51.9	54.8	57.4
25	0.0400	47.6	49.7	49.7	47.5	49.8	48.6	51.2	50.6	49.0	48.5	50.1	52.2
20	0.0500	46.7	48.3	48.3	46.6	48.5	47.4	49.5	49.1	47.9	47.4	48.6	50.6
10	0.1000	43.6	44.0	43.9	43.4	44.1	43.6	44.5	44.4	44.0	43.6	43.8	45.3
5	0.2000	39.8	39.3	39.1	39.6	39.2	39.3	39.2	39.3	39.5	39.3	38.8	39.7
3	0.3333	36.3	35.3	35.2	36.1	35.2	35.6	35.0	35.2	35.7	35.6	34.8	35.3
2	0.5000	32.6	31.6	31.5	32.5	31.4	31.9	31.2	31.4	31.9	31.9	31.2	31.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-23: Análisis de distribución de probabilidad estación: Sicuani

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	53.9	62.6	63.1	54.1	62.3	65.2	67.1	70.7	59.8	58.4	72.9	75.2
2000	0.0005	51.2	57.5	57.9	51.2	57.5	59.6	60.7	63.1	55.6	54.5	65.0	66.8
1000	0.0010	49.9	55.3	55.7	49.9	55.3	57.1	58.0	59.9	53.7	52.7	61.6	63.2
200	0.0050	46.7	49.9	50.2	46.6	50.1	51.2	51.6	52.6	49.1	48.3	53.6	54.9
100	0.0100	45.1	47.4	47.8	45.0	47.8	48.5	48.8	49.4	47.0	46.3	50.2	51.3
50	0.0200	43.4	44.9	45.3	43.2	45.3	45.7	45.9	46.3	44.7	44.1	46.8	47.7
25	0.0400	41.4	42.3	42.6	41.3	42.6	42.8	43.0	43.1	42.3	41.8	43.3	44.0
20	0.0500	40.8	41.4	41.7	40.6	41.7	41.9	42.0	42.1	41.5	41.0	42.2	42.9
10	0.1000	38.5	38.5	38.7	38.3	38.8	38.7	38.8	38.7	38.7	38.4	38.6	39.1
5	0.2000	35.7	35.2	35.4	35.5	35.4	35.3	35.3	35.2	35.5	35.3	34.9	35.2
3	0.3333	33.1	32.5	32.6	33.0	32.6	32.3	32.4	32.2	32.7	32.7	32.0	32.2
2	0.5000	30.4	29.8	29.8	30.3	29.8	29.6	29.7	29.5	30.0	30.0	29.4	29.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-24: Análisis de distribución de probabilidad estación: Taraco

T (Años)	P	NORMAL	LOG NORMAL	LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL	
		Xt	Xt	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv	Xtm	Xtv
10000	0.0001	78.9	108.0	107.8	80.8	104.4	79.9	149.3	116.5	97.6	92.8	114.7	108.1
2000	0.0005	73.8	94.2	94.5	75.1	92.7	74.4	120.4	99.6	87.8	83.8	99.8	94.3
1000	0.0010	71.4	88.3	88.9	72.5	87.6	71.8	109.3	92.6	83.5	79.9	93.4	88.4
200	0.0050	65.3	74.9	75.8	65.8	75.5	65.4	86.1	77.1	72.9	70.2	78.4	74.6
100	0.0100	62.3	69.2	70.1	62.6	70.0	62.3	77.1	70.7	68.2	65.9	72.0	68.7
50	0.0200	59.1	63.4	64.3	59.2	64.5	58.9	68.6	64.3	63.2	61.3	65.5	62.7
25	0.0400	55.5	57.5	58.5	55.4	58.7	55.2	60.5	58.0	58.0	56.5	58.9	56.7
20	0.0500	54.2	55.6	56.5	54.1	56.7	53.9	58.0	55.9	56.2	54.8	56.8	54.7
10	0.1000	49.9	49.5	50.3	49.6	50.5	49.5	50.3	49.5	50.5	49.5	50.2	48.6
5	0.2000	44.6	43.0	43.6	44.3	43.7	44.3	42.7	42.8	44.0	43.5	43.2	42.2
3	0.3333	39.7	37.7	38.1	39.4	38.1	39.5	37.0	37.4	38.5	38.4	37.7	37.0
2	0.5000	34.6	32.8	33.0	34.4	32.9	34.5	32.1	32.6	33.3	33.4	32.7	32.5

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.2. Selección del método de mejor ajuste

Para la elección del mejor ajuste de alguna de las distribuciones efectuadas anteriormente, se han realizado las pruebas de bondad de ajuste por el método del error cuadrático mínimo, prueba de chi cuadrado y la prueba de Kolmogorov-Smirnov, cuyos cálculos para la estación modelo elegida para el ajuste de la función de distribución de probabilidad se detallan en el Anexo G, usando criterios de calificación, de donde, la distribución con menor promedio de calificativo será elegida como la distribución adecuada este Cuadro de calificación también se detalla en el ejemplo aplicativo del Anexo G.

En el Cuadro IV-25, se presentan los resultados de las funciones de distribución que lograron el mejor ajuste de cada una de las estaciones.

Cuadro IV-25: Resultados de Selección del mejor ajuste.

Estación	Distribución	Estimador
Ananea	Pearson III	Máxima Verosimilitud
Arapa	Pearson III	Máxima Verosimilitud
Ayaviri	Pearson III	Momentos
Azangaro	Log Pearson III	Momentos
Chuquibambilla	Log Pearson III	Momentos
Crucero	Gumbel	Máxima Verosimilitud
Huancane	Log Normal III	Máxima Verosimilitud
Juliaca	Pearson III	Momentos
Lampa	Log Pearson III	Momentos
Llalli	Log Pearson III	Momentos
Macusani	Log Pearson III	Momentos
Muñani	Gumbel	Máxima Verosimilitud
Nuñoa	Gumbel	Máxima Verosimilitud
Pampahuta	Log Normal	
Progreso	Pearson III	Máxima Verosimilitud
Pucará	Gumbel	Máxima Verosimilitud
Putina	Pearson III	Momentos
Santa Rosa	Gumbel	Máxima Verosimilitud
Sicuani	Gumbel	Máxima Verosimilitud
Taraco	Log Pearson III	Momentos

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de los Cuadros IV-5 al IV-24 y la selección del método de mejor ajuste, se obtienen las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno, listas para ser usadas en el modelamiento hidrológico, el resumen de estos datos generados se muestran en el Cuadro IV-26.

Cuadro IV-26: Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno.

TR	RESUMEN DE ANALISIS DE FRECUENCIA																			
	Ananea	Arapa	Ayaviri	Azangaro	Chquibambilla	Crucero	Huancane	Juliaca	Lampa	Llalli	Macusani	Muhani	Nuñoa	Pampahuta	Progreso	Pucará	Putina	Santa Rosa	Sicuaní	Taraco
DISTRIB	Pill-v	Pill-v	Pill-m	LPill-m	LPill-m	G-v	LN3-v	Pill-m	LPill-m	LPill-m	LPill-m	G-v	G-v	LN	Pill-v	G-v	Pill-m	G-v	G-v	LPill-m
10000	74.6	82.4	64.7	157.7	127.6	127.5	92.7	93.0	91.5	75.4	141.0	79.5	79.9	67.3	74.5	108.9	65.6	96.5	75.2	149.3
2000	64.2	74.0	60.8	125.9	102.9	110.7	84.4	83.9	81.1	67.8	104.1	69.9	69.9	62.1	67.1	95.2	61.4	84.6	66.8	120.4
1000	59.7	70.3	59.0	113.8	93.6	103.5	80.7	79.9	76.7	64.6	91.5	65.9	65.7	59.9	63.8	89.2	59.5	79.5	63.2	109.3
200	49.4	61.6	54.5	88.7	74.5	86.7	71.8	70.2	66.7	57.0	67.7	56.3	55.7	54.4	56.0	75.4	54.7	67.7	54.9	86.1
100	45.0	57.7	52.3	79.0	67.2	79.5	67.8	65.9	62.4	53.7	59.5	52.2	51.4	52.0	52.6	69.4	52.4	62.5	51.3	77.1
50	40.6	53.8	50.0	70.0	60.3	72.2	63.6	61.3	58.0	50.3	52.2	48.1	47.1	49.4	49.0	63.5	49.9	57.4	47.7	68.6
25	36.1	49.7	47.4	61.4	53.9	64.9	59.2	56.5	53.6	46.8	45.8	44.0	42.7	46.7	45.3	57.4	47.3	52.2	44.0	60.5
20	34.7	48.3	46.5	58.7	51.9	62.5	57.7	54.9	52.1	45.7	43.9	42.6	41.3	45.8	44.1	55.5	46.3	50.6	42.9	58.0
10	30.2	43.9	43.5	50.7	45.9	55.0	52.8	49.6	47.4	41.9	38.3	38.4	36.9	42.8	40.1	49.3	43.2	45.3	39.1	50.3
5	25.5	39.2	39.9	42.8	40.0	47.2	47.3	43.8	42.4	37.9	33.3	33.9	32.2	39.5	35.8	42.9	39.6	39.7	35.2	42.7
3	22.0	35.3	36.6	36.8	35.6	41.0	42.5	38.8	38.3	34.5	29.9	30.4	28.6	36.6	32.2	37.8	36.2	35.3	32.2	37.0
2	18.9	31.8	33.2	31.8	31.9	35.4	37.9	34.0	34.5	31.3	27.2	27.2	25.2	33.8	28.8	33.2	32.9	31.4	29.4	32.1

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.3. Tormentas de diseño para diferentes periodos de retorno.

Para obtener las respectivas tormentas de diseño, se utilizó lo indicado por la *SCS US Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986*, para cuencas ubicadas en el Pacífico Sur como del Tipo I, estas tormentas de diseño fueron calculadas en cada estación de análisis.

Luego como siguiente paso, se procedió a la recopilación de la información generada por el HEC-GeoHMS, para la obtención de los coeficientes del polígono de Thiessen, según la Figura IV-3, para cada una de las sub cuencas en estudio, tal y como se muestra en el Cuadro IV-27.

Con esta información y con la ayuda de hojas de cálculo se genera las tormentas de diseño para cada una de las 19 sub cuencas planteadas en la cuenca del río Ramis, las tormentas de diseño se adjuntan en el Anexo H.

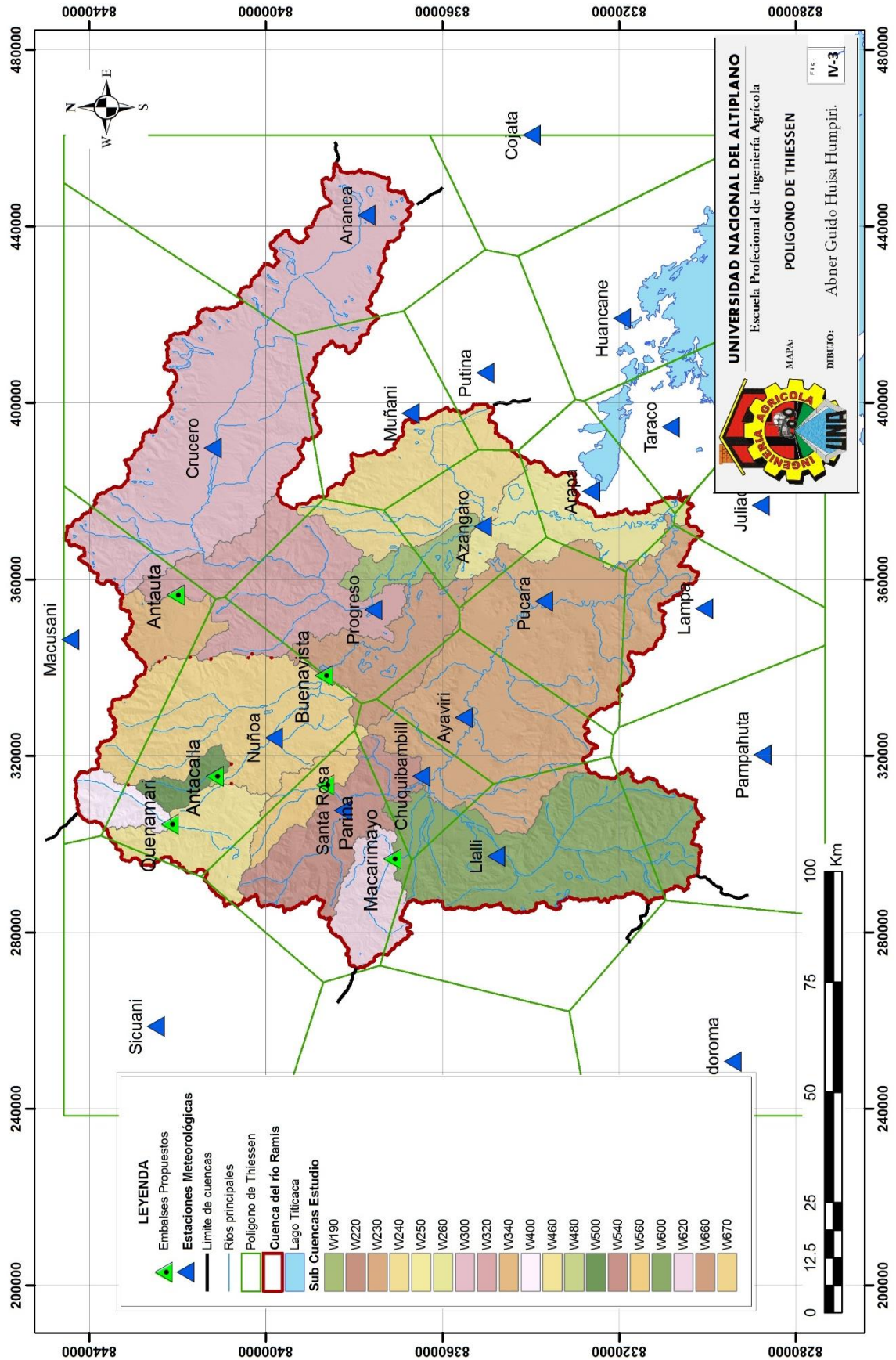


Figura IV-3: Polígono de Thiessen cuenca del río Ramis

Cuadro IV-27: Coeficientes del polígono de thiesen para la cuenca del río Ramis.

Estacion	Subcuenca																		
	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670	
Ananea							0.2796												
Arapa			0.0115	0.0033	0.5584	0.3758													
Ayaviri			0.3356														0.0873		
Azangaro	0.4396		0.0207	0.3625	0.3654												0.0427		
Chuquibambill		1.0000	0.0891										0.1820		0.0843		0.0544	0.0058	
Cruceiro				0.0140			0.5990	0.2193	0.0003										
Juliacca			0.0034			0.3496													
Lampa			0.1080		0.0211														
Llalli			0.0694																
Macusani							0.0794	0.0665	0.8813	0.5139					0.7136	0.0958			0.1814
Muñani				0.3864			0.0420												
Nuñoa								0.1299	0.1184	0.4861	0.7500	1.0000	1.0000	1.0000	0.1662		0.0360	0.7985	
Pampahuta															0.1803				
Progreso	0.5604		0.0016	0.1646													0.7780	0.0029	
PucaraÁ			0.3607		0.0551												0.0016		
Putina				0.0692															
Santa Rosa										0.1935			0.8180	0.8338	0.0218	0.9042			0.0114
Sicuani										0.0565									
Taraco						0.2746													

Fuente: Elaboración Propia.

4.5. Modelamiento hidrológico.

Usando las herramientas descritas en el capítulo anterior usamos el Hec-GeoHMS para generar los 02 escenarios para el proyecto de investigación y se describen a continuación:

4.5.1. Modelo Digital de elevación.

Obtenemos el Modelo Digital de Elevación (*Digital Elevation Model, DEM*), por tanto se usaron los seis (06) cuadrantes para cubrir toda el área de la cuenca del río Ramis, obteniendo en DEM con bufer de partida para el modelamiento hidrológico Figura IV-4.

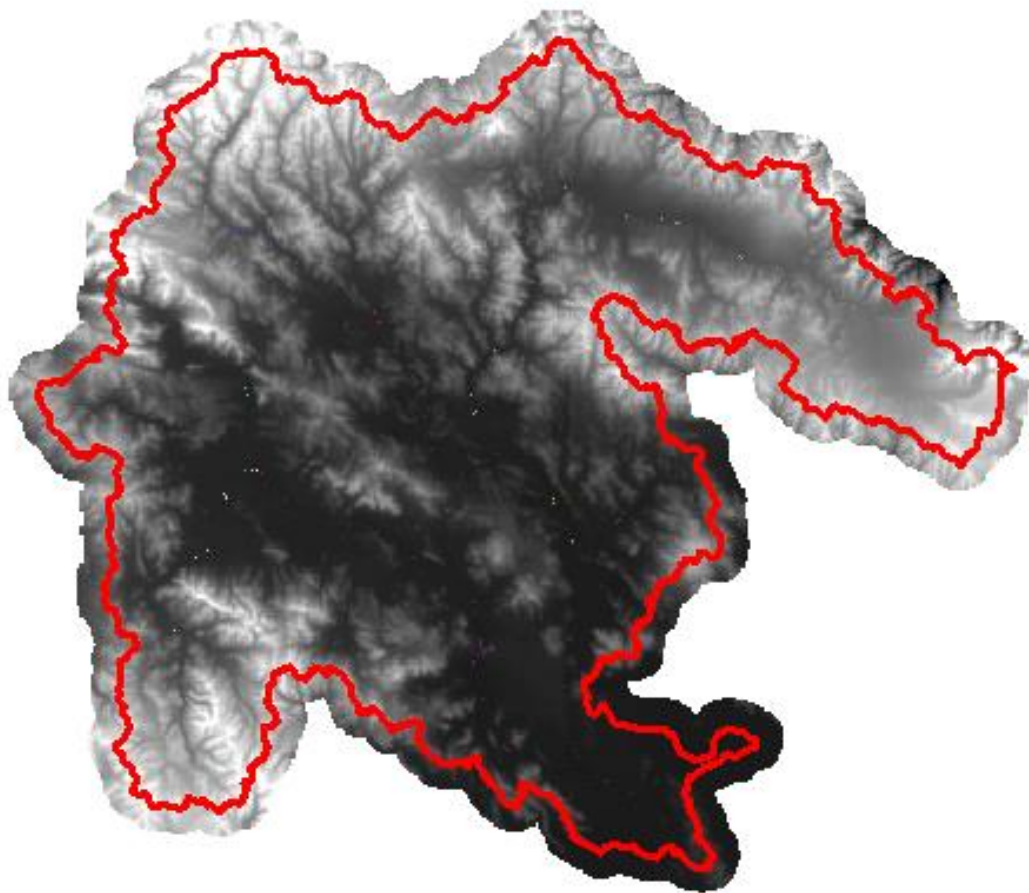


Figura IV-4: Modelo Digital de Elevación con buffer de 5000 m.

4.5.2. Pre procesamiento del modelo digital de elevación con ArcHydro

Se realizaron dos pre procesamientos del terreno con la ayuda del software ArcHydro siguiendo los siguientes pasos: dirección de flujo, acumulación de flujo, definición de la corriente, segmentación de las corrientes y la delimitación del área de captación. De todos

los pasos descritos en el Item 3.7.2, se crean archivos en formato Raster el cual se resume en la Figura IV-5.

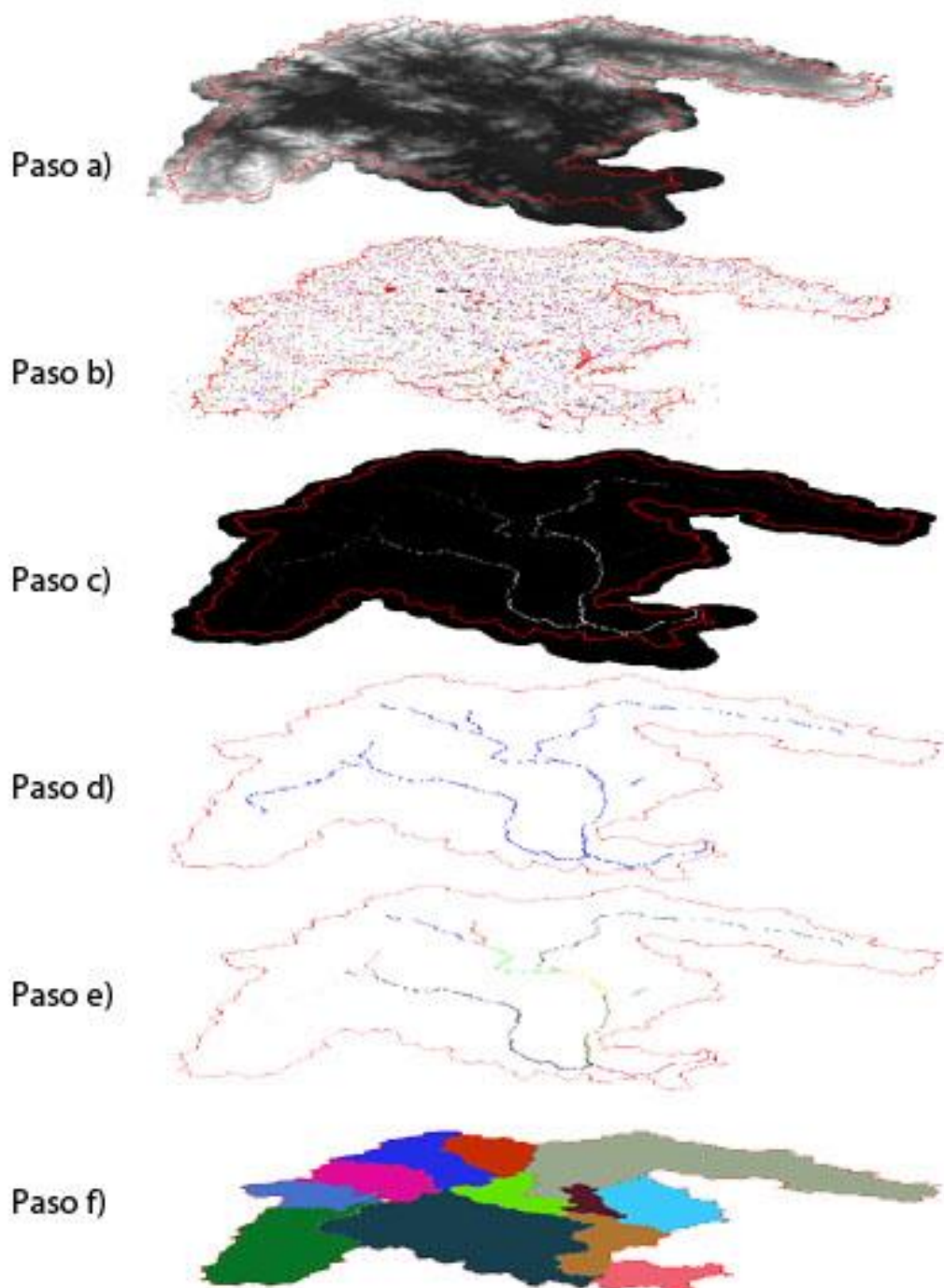


Figura IV-5: Pasos del modelamiento y definición preliminar de sub cuencas con ArcHydro.

4.5.3. Cálculo del número de curva (CN).

Con la recopilación del mapa de suelos y usos de suelos de la Base del Sistema de información geográfica del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, se obtienen los siguientes mapas:

4.5.3.1. Mapa de grupo hidrológico de suelos

Para el mejor análisis se procedió a la recopilación y clasificación de la base de datos, esto a fin de facilitar la identificación de los grupos hidrológicos de suelos, con la ayuda de la capa de geología del Estudio “Macrozonificación Ecológica Económica del Sistema TDPS, PELT”, según el Cuadro III-6, se genera el Cuadro IV-28, donde a partir de ese cuadro se genera la base de datos para la cobertura del grupo hidrológico de suelos obteniendo la Figura IV-6.

Los códigos de la leyenda son los números primos ya asignados según el equivalente del Cuadro III-8, para realizar el álgebra de mapas en ArcGIS.

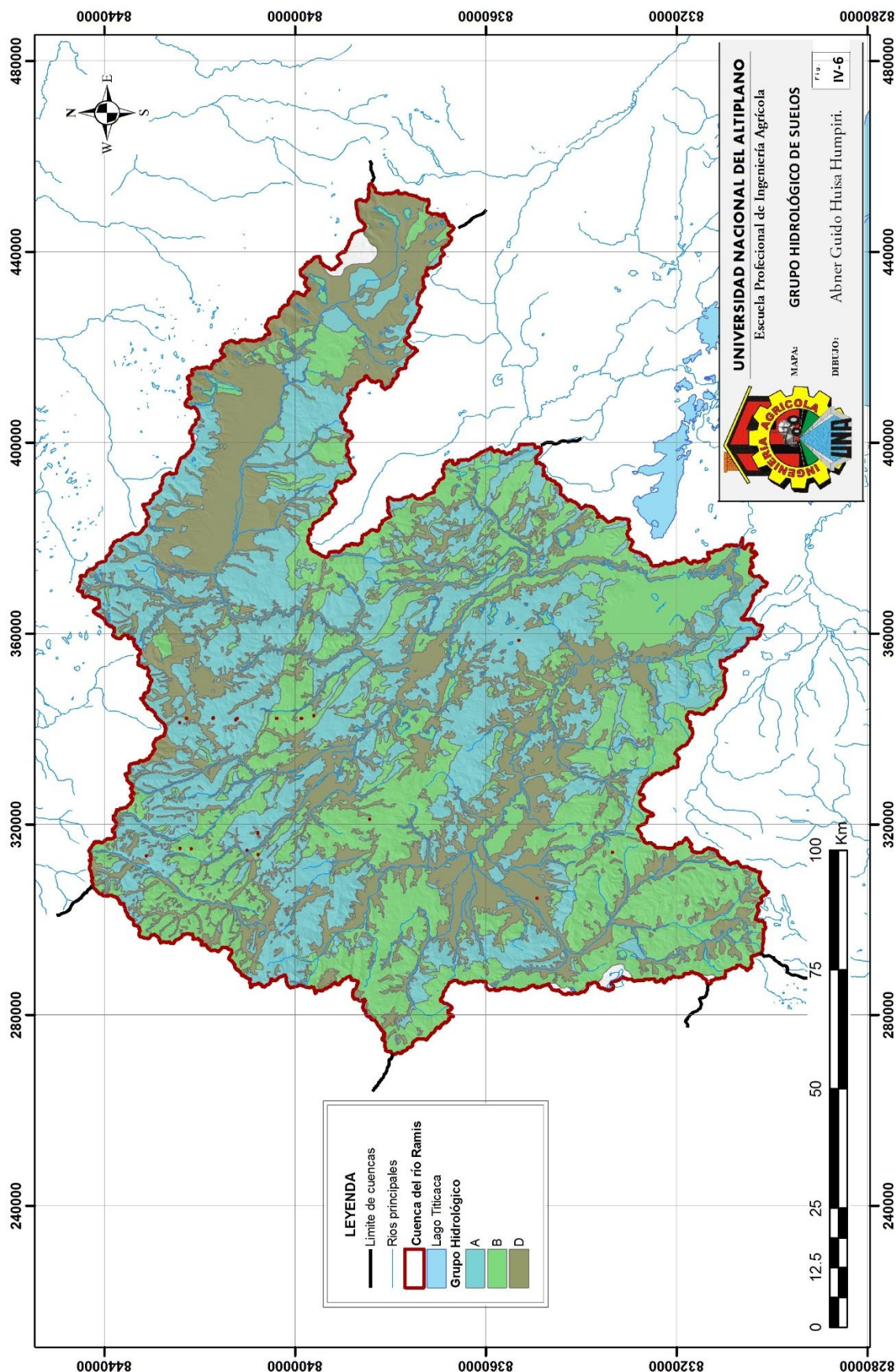


Figura IV-6: Mapa de grupo hidrológico de suelos de la Cuenca Ramis.

Cuadro IV-28: Equivalentes de la cobertura de geología para el grupo hidrológico de suelos.

COBERTURA GEOLOGIA	GRUPO	TEXTURA	DESCRIPCION	DEFINIENDO DE BASE 1 25 000	DEFINIENDO DE BASE 1 25 000 INFILTRACION	GRUPO HIDROLOGICO DE SUELO	CODIGO PRIMO
Areniscas	Roca sedimentaria constituida por clastos de tamaño de arena (2-0,02mm) y una matriz (o cemento) que los engloba.	Granular fina a gruesa, es un poco rasposa. Tienen una textura consistente en granos minerales que se entrelazan, desarrollados durante la cristalización de sustancias que se desprenden de la solución.	La caliza es una roca sedimentaria que permite el paso del agua, es decir, es una roca permeable. Cuando el agua penetra en la caliza se lleva a cabo el proceso de disolución, mediante el cual se disuelve el carbonato de calcio. Fractura, exfoliación sistema cristalino, dureza, color, color de raya, densidad y brillo. Contiene silicatos y sílice en diversas proporciones; solubles en agua	- Franco - Franco arenoso	Bueno	A	3
Calizas	La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos,	Están constituyen de una cantidad mayor de 50% de componentes de un diámetro mayor de 2mm, son redondeados. Los tipos de los fragmentos pueden variar mucho según cual fuese la composición de la zona de erosión suministradora.		Franco arenoso	Bueno	A	3
Conglomerados	Roca sedimentaria constituida por clastos de gran tamaño (grava mayor de 2mm) y una matriz (o cemento) que los engloba		Roca arenisca; sistema angular, de hojuelas	Arenoso		A	3
Cuaternario			están ubicados en los bancos de los ríos del sistema TDPS	- Franco - Franco limoso	moderado	D	11
Laguna							
Llanura lacustre				Franco limoso	Moderado imperfecto	C	7
Lutitas	La lutita es una roca sedimentaria compuesta por partículas del tamaño de la arcilla y del limo.	Algunas de ellas son la pizarra (al romperse se obtienen láminas), el esquisto (se rompe con facilidad) y el gneis (formado por minerales claros y oscuros).	Conforme se acumula el limo y la arcilla, tienden a formar capas delgadas, a las que se suele hacer referencia como láminas. Inicialmente las partículas de las láminas se orientan al azar. Esta disposición desordenada deja un elevado porcentaje de espacio vado (denominado espacio de poros), que se llena con agua. Sin embargo, esta situación cambia normalmente con el tiempo conforme nuevas capas de sedimento se apilan y compactan el sedimento situado debajo.	Franco	Bueno	B	5
Metamorficas		Acumulación de fragmentos de roca (bloques, cantos y gravillas) y arcilla transportados y depositados por un glaciar. La deposición de esos materiales da lugar a la aparición de formas de relieve concretas, conocidas como morrena lateral, mediana, de avances, de retroceso y terminal.	Zonas altas de la cuenca del ramis. La pizarra es una roca metamórfica homogénea formada por la compactación de arcillas.	Arcillas		D	11
Morrenas	El material rocoso transportado (morrena movediza) y depositado (morrea depositada) por un glaciar.		El material de morrena es generalmente una masa no gradada de sedimentos, cuyo tamaño varía desde el grado de arcilla al de cantos rodados, y está sujeta a modificaciones y destrucciones posteriores por la acción de las aguas originarias de la fusión de hielo.			D	11
Terraza lacustre				Franco Arenoso	Moderado a bueno	B	5
Vol. Extrusivos				Franco Arenoso	Moderado imperfecto	B	5
Vol. Intrusivos				Franco		B	5

Fuente: Elaboración propia, en base a "Macrozonificación Ecológica Económica del Sistema TDPS, PEL".

4.5.3.2. Mapa de pendientes

El mapa de pendientes generados por el ArcMap puede obtenerse tanto en forma de porcentaje como en grados. En este último caso deberá generarse en forma de porcentaje. Una vez obtenido este mapa, se ha de clasificar en dos grupos: celdas con pendiente menor del 3 % y mayor o igual al 3 %, según el cuadro de clasificación de suelos propuesto por Temez.

En el ArcMap esta operación puede hacerse fácilmente a través de las tablas de reclasificación de rasters, la estructura de dichas tablas varía según el formato tal como se muestra en el Cuadro III-7 del capítulo anterior, y teniendo como resultado la Figura IV-7, siguiente.

4.5.3.3. Mapa de Usos de suelos

Con la ayuda de la cobertura de ecología de la Figura III-8 de referencia del Estudio “Macrozonificación Ecológica Económica del Sistema TDPS, PELT”, además, con las definiciones del Cuadro III-8 de Temez, Se hacen relaciones obteniendo el Cuadro IV-29, el cual sería las equivalencias entre la cobertura de ecología y el mapa de uso de suelos y los datos que conformarían la base de datos con números primos, obteniendo finalmente en la Figura IV-8, concerniente a la cobertura de mapa de uso de suelos según Temez.

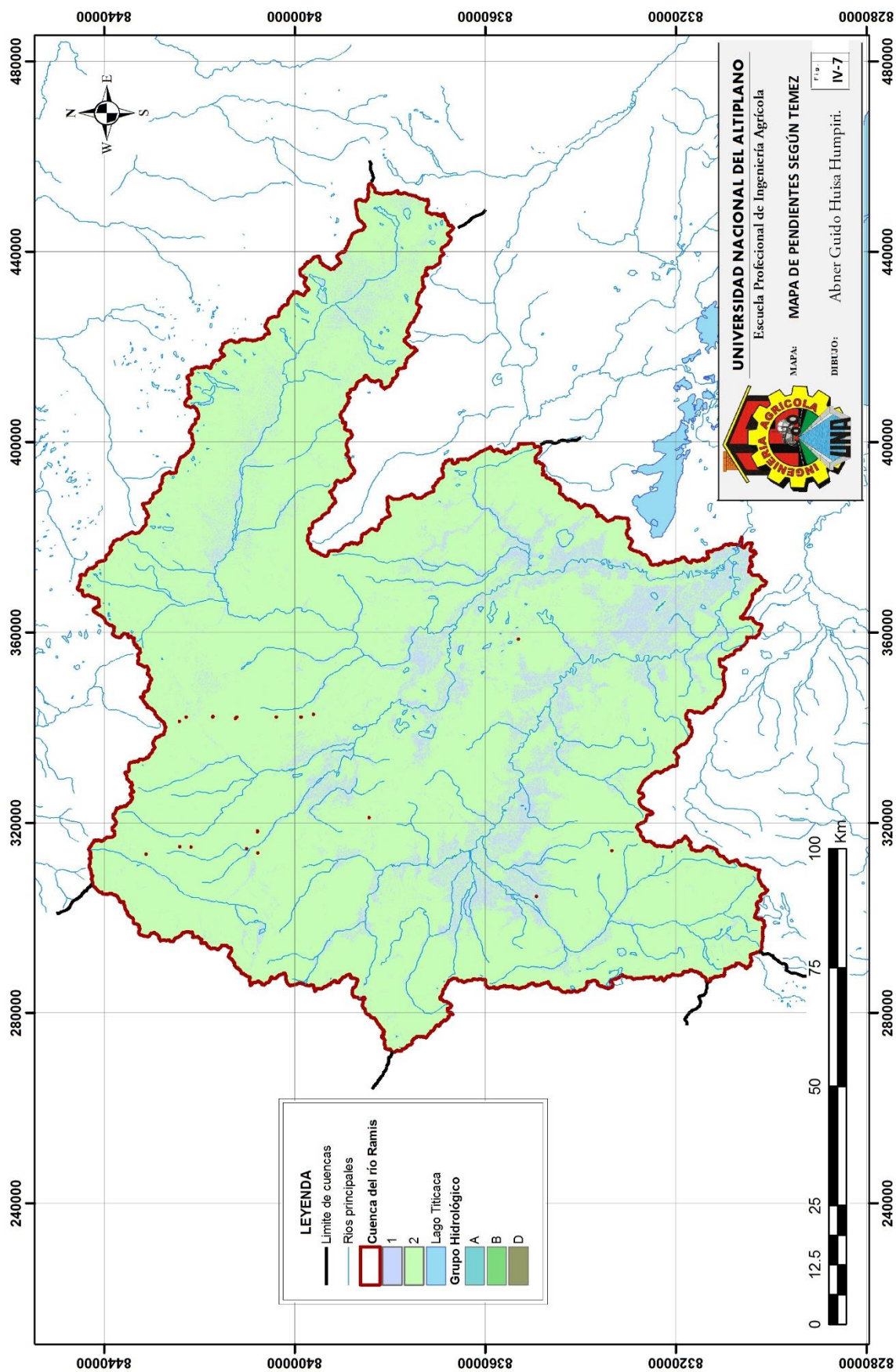


Figura IV-7: Mapa pendientes clasificado con pendientes menores y mayores a 3%.

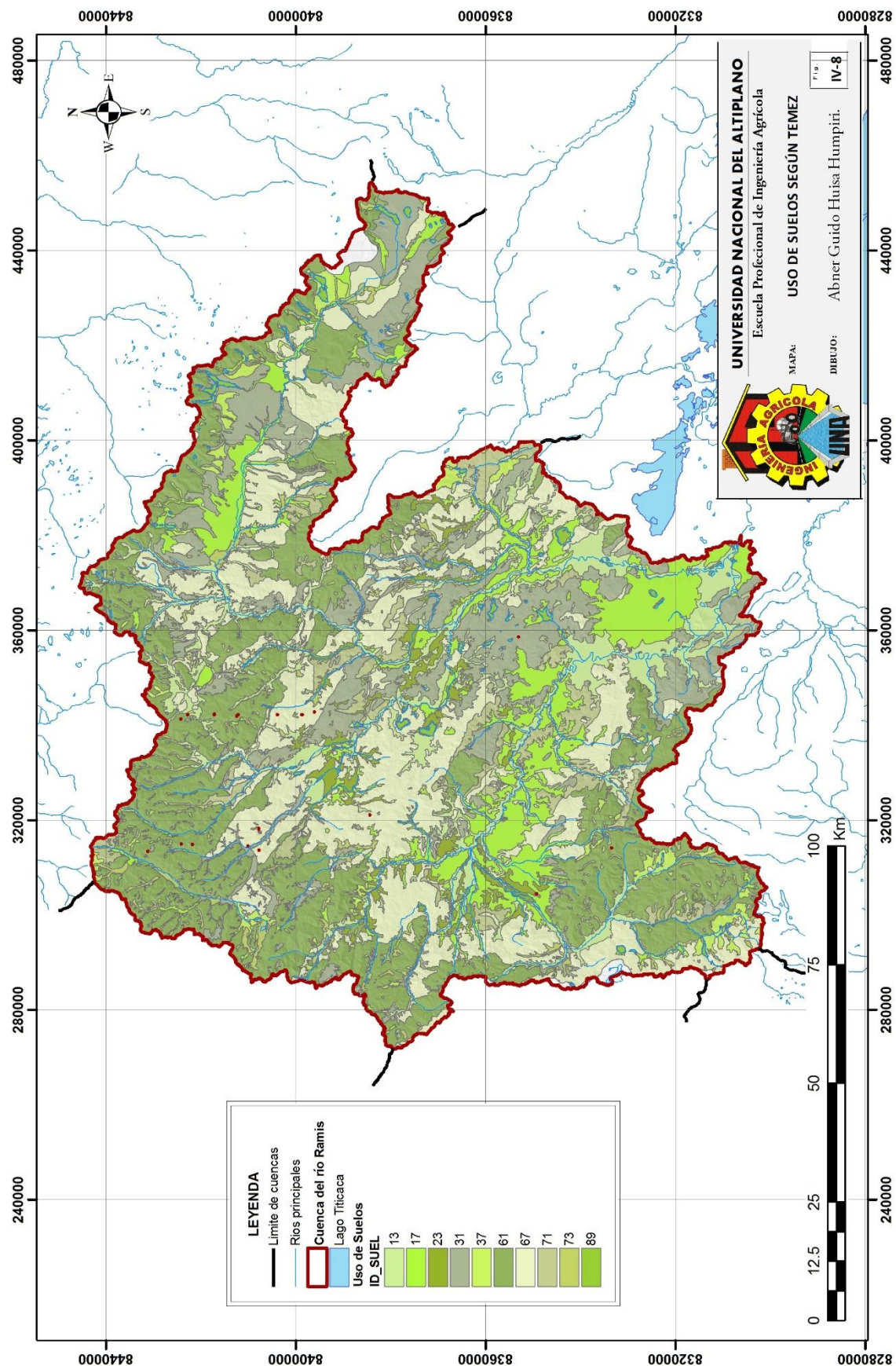


Figura IV-8: Mapa de usos de suelos de la cuenca del río Ramis según Temez.

Cuadro IV-29: Equivalentes de la cobertura de Ecología a Uso de suelos.

COBERTURA ECOLOGIA	DESCRIPCION	DEFINICIÓN DE BASE 1 25 000	CODIGO PRIMO
Arbustos	Areas cubiertas con arbustos nativos	Corresponden en su gran mayoría a los llamados tholares, por la dominancia de tholas. Son fuente importante de leña, pero están siendo sobre explotados, hasta su desaparición en ciertas zonas, se encuentran distribuidas en un área de 14,915 Km2, que significa el 10.32% del área total del Sistema	67
Area Hidromorfica	Son las areas de intenso cultivo en hileras R, cultivos como papa	Es importante distinguir con las áreas de bofedales, ya que estas se encuentran en las zonas bajas, cercanas a los lagos Titicaca y Poopó. Se encuentran distribuidas en un área de 2,339 Km2, que significa el 1.62% del área total del Sistema.	23
Bofedal		Las áreas de bofedales merecen especial atención, sin embargo se ha desarrollado con mayor detalle en el ítem 4.10 Ecosistemas de Altura. La vegetación predominante son los del gén: Distichia, Carex, Oxychloe, Ranunculus, Plántago) con una productividad forrajera estimada en 2540 Kg mat.seca/ha. Estos bofedales son muy importantes por la fuente de alimentación casi exclusiva de los camélidos (alpacas, vicuñas).	73
Bosquetes		Corresponden exclusivamente a bosques nativos de Queñua, que van asociados con algunos arbustos y que se encuentran principalmente en las faldas de los conos volcánicos al oeste del área de estudio.	71
Chilliguar			37
Deposito Fluvial		Son notables en los piedemontes al sur del área de estudio. Se encuentran distribuidas en un área de 1,926 Km2, que significa el 1.3% del área total del Sistema.	13
Gramadal			31
Herbaceo			31
Lago			89
Laguna			89
Nevados			89
Pastizal	Pastos y cultivos zonas llanas, como cebada, avena, forrajes	Esta unidad es dominante en toda el área de estudio. Por su productividad forrajera, merecen especial atención. Dentro de ellos se encuentra a los Chillihuares (especie dominante: Festuca dolychophylla) con una productividad forrajera estimada entre 1000 y 1600 Kg mat.seca/ha. asimismo se puede encontrar los llamados gramadales (gen: Distichlis, Muhlenbergia) con una productividad forrajera de 600 Kg mat.seca/ha; y al norte se puede observar mayormente los llamados pajonales de ladera (gen: Poa, Calamagrostis), con una productividad forrajera estimada de 1000 Kg mat.seca/ha.	17
Roquedales			61
Total - Grupo de Orestias Exepto Ispi			59

Fuente: Elaboración propia, en base a "Macrozonificación Ecológica Económica del Sistema TDPS, PELT".

4.5.3.4. Mapa de número Curva

Cada clase de las variables como pendiente, usos y tipos de suelo, se reclasificó, y con la ayuda de la calculadora raster de ArcGIS se multiplicaron los números primos.

El mapa resultante se reclasificó según la correspondencia entre el producto de números primos y el valor del número de curva asociado, originando el mapa del número de curva en formato raster de la Figura IV-9. La resolución espacial o tamaño de celda de este mapa es de 30 x 30m, escala idónea para estudios regionales y para su utilización en modelos hidrológicos distribuidos.

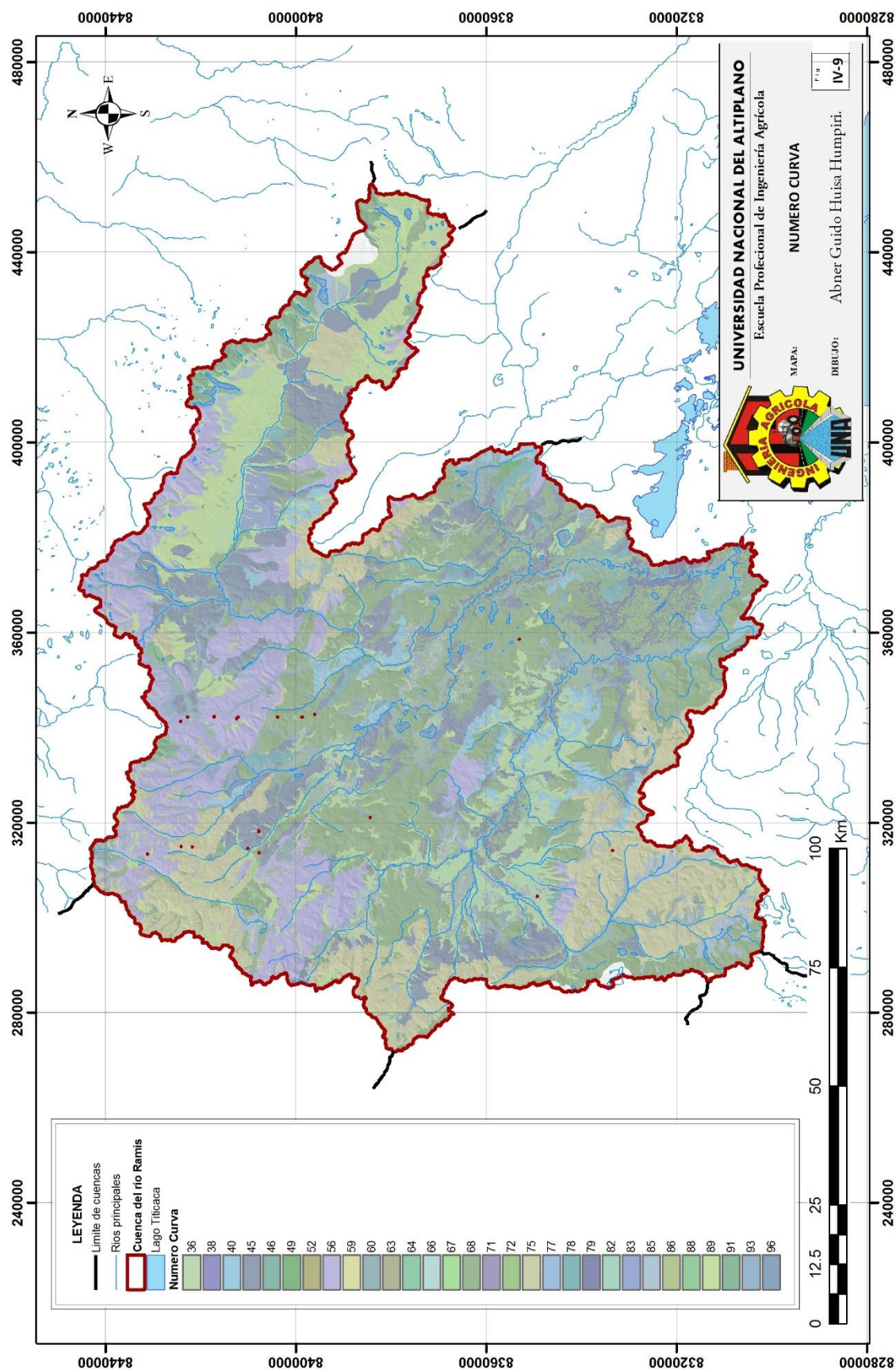


Figura IV-9: Mapa de número curva de la cuenca del río Ramis.

4.5.4. Cálculo del coeficiente manning

Para la determinación de la rugosidad en las sub cuenca del río Ramis, se empleó los valores propuestos por Ven Te Chow, y de acuerdo a las condiciones observadas en cada cauce de los tramos en estudio, se determinaron los valores de n_0 , n_1 , n_2 , n_3 , n_4 y m_5 y con la fórmula mencionada anteriormente se obtuvieron los valores de “n” para el cauce principal, los resultados se muestran en el Cuadro IV-30.

Cuadro IV-30: Coeficiente de rugosidad “n” de manning para las sub cuencas.

Reach	Río	n_0	n_1	n_2	n_3	n_4	m_5	n
R330	Río Antauta	0.02	0.005	0.005	0.001	0	1	0.031
R290	Río Crucero	0.02	0.005	0.001	0	0.001	1	0.027
R470	Río Jatun Mayo	0.02	0.005	0.001	0	0	1.15	0.030
R490	Río Ñactuyo	0.02	0.005	0.001	0.001	0	1.15	0.031
R450	Río Nuñoa	0.02	0.005	0.001	0	0	1.15	0.030
R40	Río Grande	0.02	0.005	0.001	0	0	1.15	0.030
R80	Río Azangaro	0.02	0.005	0.001	0.001	0	1.15	0.031
R110	Río Azangaro	0.02	0.005	0.003	0.001	0	1.15	0.033
R610	Río Macari	0.02	0.005	0.001	0.001	0	1.3	0.035
R50	Río Llallimayo	0.02	0.001	0.005	0.001	0	1	0.027
R550	Río Santa Rosa	0.02	0.005	0.001	0.001	0	1.3	0.035
R120	Río Ayaviri	0.02	0.005	0.001	0.001	0	1.15	0.031
R130	Río Ramis	0.02	0.005	0.001	0.001	0.001	1.15	0.032

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4. Modelamiento con HEC-GeoHMS.

Se ha creado un proyecto de HEC-GeoHMS, con el DEM con el bufer incluido, y tomando como referencia un área de cuenca de 500.0 km² se ha delimitado las sub cuencas preliminarmente como se muestra en la Figura IV-10, seguidamente con la ubicación de los puntos identificados como embalses se vuelven a delimitar las sub cuencas hacia cada uno de los seis ejes de embalse definidos, obteniendo un total de 19 sub cuencas así como se muestran en la Figura IV-11.

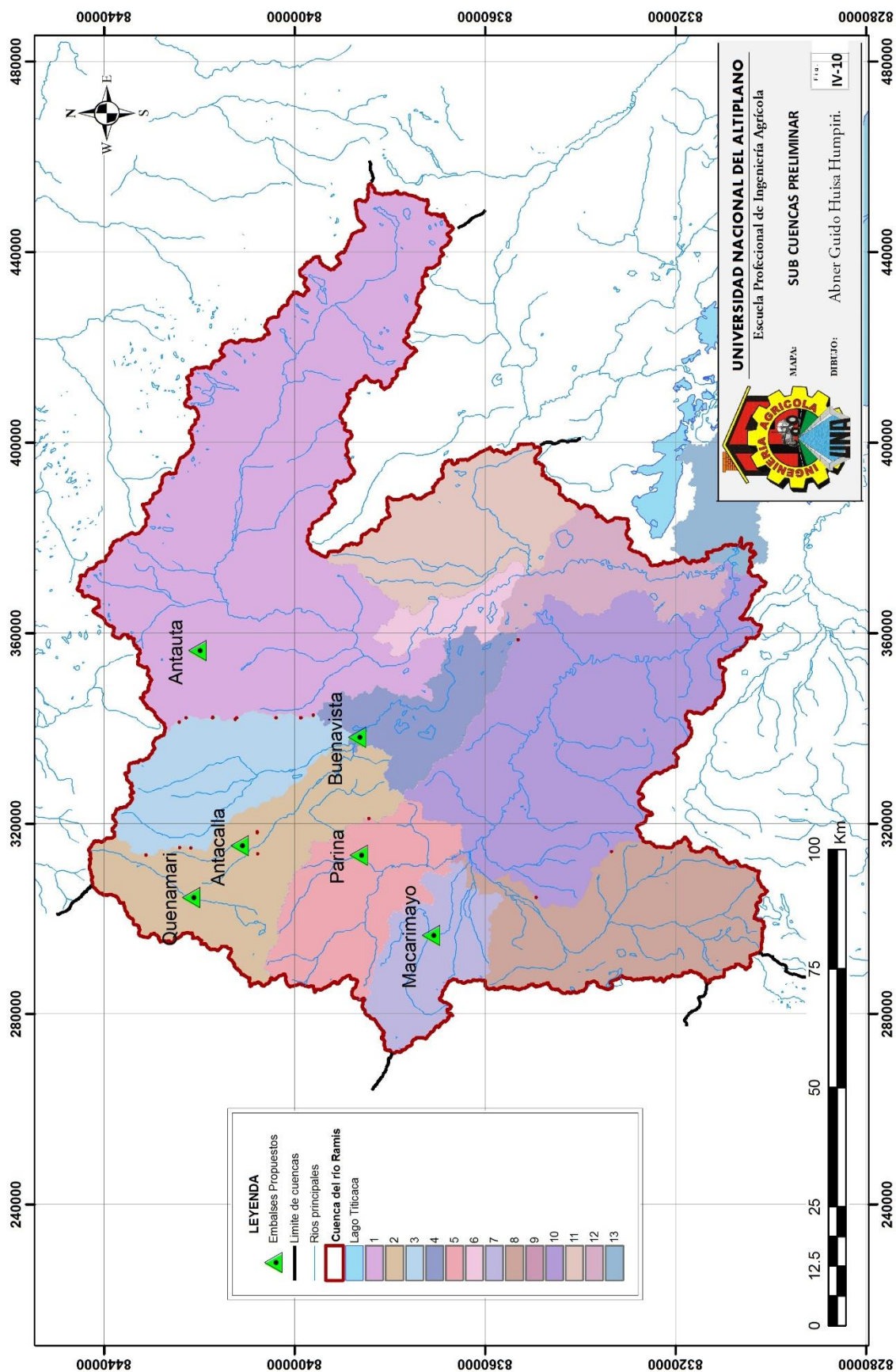


Figura IV-10: Sub cuencas para modelamiento hidrológico preliminar.

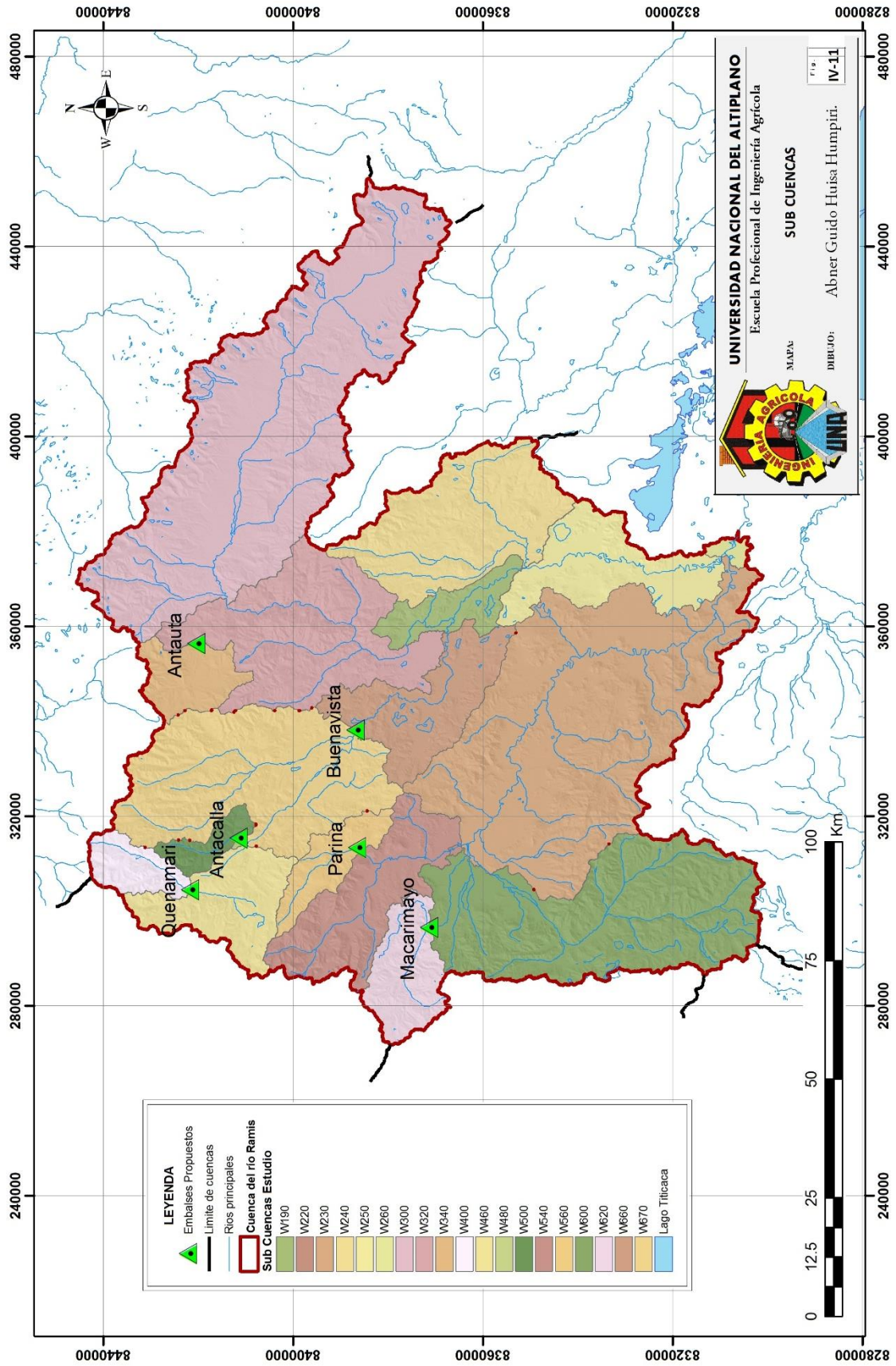


Figura IV-11: Sub cuencas para modelamiento hidrológico.

De la Figura IV-11, como resultado de la delimitación de las sub cuencas para el modelamiento hidrológico, tendríamos un total de 19 sub cuencas, de los cuales 09 sub cuencas están ubicadas en la cabecera de la cuenca y las 10 restantes son inter cuencas, los que en su totalidad conforman la cuenca del río Ramis.

Seguidamente con el modelo definido se procede a extraer las características de las sub cuencas y cauces en estudio que se muestran en el Cuadro IV-31, en donde los parámetros fisiográficos obtenidos nos servirán para definir con que método para convertir la precipitación en escorrentía, que en nuestro caso es el Hidrograma SCS de número curva. También se extrae la información de longitud y pendiente de los cauces ya que también se realiza un tránsito en cauces, ver Cuadro IV-32.

Cuadro IV-31: Características de las sub cuencas obtenidos con HEC-GeoHMS

SUB CUENCA	AREA (km2)	NUMERO CURVA (CN)	TIEMPO DE RETARDO Lag time (min)
W190	248.07	71.963	460.09
W220	4.6536	87.114	74.099
W230	2621.2	71.844	1126
W240	983.39	67.998	605.69
W250	594.81	75.013	653.57
W260	38.794	77.836	289.45
W300	2886.5	72.661	1013.8
W320	1123.3	66.233	709.72
W340	267.35	69.283	305.98
W400	197.25	67.633	253.28
W460	486.46	71.67	380.68
W480	3.7424	71.577	46.846
W500	125.48	65.681	227.88
W540	675.91	70.676	525.43
W560	240.12	65.458	346.09
W600	1618.1	73.242	674.59
W620	371.14	71.051	313.83
W660	585.42	69.611	541.38
W670	1350.5	67.093	605.5

Fuente: Resumen de parametros calculados por el HEC-GeoHMS.

Cuadro IV-32: Características principales de los cauces obtenidos por HEC-GeoHMS.

Reach	Leng (m)	Slope (m/m)	Manning	Sub reach	Shape	witch	side slope
R330	14820	0.009379	0.031	2	Trapezoid	90	1
R290	64962	0.0030633	0.027	2	Trapezoid	50	1
R470	23336	0.0109701	0.030	2	Trapezoid	10	1
R490	2442	0.033989	0.031	2	Trapezoid	15	1
R450	38192	0.0057342	0.030	2	Trapezoid	100	1
R40	44598	0.0012557	0.030	2	Trapezoid	130	1
R80	26373	0.0010617	0.031	2	Trapezoid	200	1
R110	50352	0.0004	0.033	2	Trapezoid	150	1
R610	24867	0.002453	0.035	2	Trapezoid	25	1
R50	1436.7	0.0013921	0.027	2	Trapezoid	35	1
R550	30203	0.0043705	0.035	2	Trapezoid	35	1
R120	108651	0.0069949	0.031	2	Trapezoid	110	1
R130	6864.8	0.0004	0.032	2	Trapezoid	150	1

Fuente: Resumen de parametros calculados por el HEC-GeoHMS.

Por otra parte, en el HEC GeoHMS también se define el modelo meteorológico que será utilizado por el Hec-HMS, en nuestro caso por tener una red de estaciones meteorológicas distribuidas por toda la cuenca y cada estación tiene influencia en diferentes sub cuencas, entonces, para solucionar la distribución de información usaremos el método de Polígono de Thiessen para calcular el área de influencia de cada estación para cada una de las 19 sub cuencas en estudio, con los coeficientes de thiessen del Cuadro IV-27.

Para el modelamiento hidrológico se han establecido dos 02 escenarios: Uno de ellos establece que, en los caudales de avenidas no interviene ningún tipo de medio estructural para controlar las avenidas (situación actual), y en el segundo escenario (situación futura), se toma en cuenta los seis embalses propuestos, con fines de analizar su influencia en los caudales de avenidas.

Una vez definidos los dos escenarios de simulación se proceden a generar los proyectos de HEC HMS para ambos escenarios, los cuales de ahí en adelante serán modelados con el HEC HMS.

4.5.5. Modelamiento con HEC-HMS.

Una vez teniendo los modelos en formato HMS, se procede a realizar una revisión y verificación de la información generada por el HEC GeoHMS, lo cual podría presentar errores en los componentes como las sub cuencas, uniones, tramos de tránsito para ríos, entre otros, la revisión se lleva a cabo de la siguiente manera:

4.5.5.1. Modelo de cuenca

Se llevaron a cabo una comparación de las características fisiográficas generadas por el Hec-GeoHMS y algunas realizadas manualmente en el ArcGIS, no encontrando ningún error y con los valores definidos para ser usados posteriormente, estos parámetros se muestran en el Cuadro IV-31.

4.5.5.2. Modelo meteorológico

En vista que solo se cuenta con información de Precipitación máxima en 24 horas de toda la red de estaciones en toda la cuenca, se usaran los hietogramas (*Specified Hyetograph*) generados a partir de la metodología de la Bureau Reclamation y el tipo de precipitación Tipo I calculados en el Item 4.4.3.3, de cada sub cuenca.

4.5.5.3. Series de tiempo

Ya definido el tipo de modelo meteorológico, se procede a insertar los hietogramas que fueron calculados mediante hojas de cálculo para cada sub cuenca del Item 4.4.3.3, y se presentan en el Anexo H.

3.5.5.4. Control de Especificaciones

Teniendo en cuenta el área de la cuenca del río Ramis, se hace un supuesto de la respuesta hidrológica de una avenidas en todo el recorrido del cauce de la cuenca del Río Ramis tomaría un periodo de diez (10) días, por el cual, se establece como fecha para el modelamiento hidrológico del 01 de enero del 2000, al 10 de enero del 2000.

3.5.5.5. Paired box (cuadros emparejados)

Para alimentar de información sobre los embalses al HEC HMS, se calculan previamente los cuadros área volumen por encima del NAMO que serán usados exclusivamente para los análisis de transito de avenidas, donde se construye los cuadros de altitud descarga y volumen altitud como se muestra en los Cuadros IV-33 al IV-38.

Cuadro IV-33: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Antacalla.

Elev Parcial (m)	Elev (m)	Altitud (km2)	Area (km2)	Almacenamiento		Y caudal
				(MMC)	(m3)	
0.00	0.00	4077.58	2.725	0.00	0.00	0.0
0.50	0.50	4078.08	2.811	1.37	1369301.14	9.1
0.50	1.00	4078.58	2.894	2.81	2810301.14	25.6
0.50	1.50	4079.08	2.976	4.26	4263193.33	47.0
0.50	2.00	4079.58	3.050	5.78	5782693.33	72.4
0.50	2.50	4080.08	3.123	7.31	7313328.05	101.2
0.50	3.00	4080.58	3.197	8.91	8906328.05	133.0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-34: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Antauta.

Elev Parcial (m)	Elev (m)	Altitud (km2)	Area (km2)	Almacenamiento		Y caudal
				(MMC)	(m3)	
0.00	0.00	4238.59	1.244	0.00	0.00	0.0
0.50	0.50	4239.09	1.276	0.62	619781.70	3.5
0.50	1.00	4239.59	1.329	1.31	1306281.70	10.0
0.50	1.50	4240.09	1.382	1.99	1992781.70	18.4
0.50	2.00	4240.59	1.435	2.68	2679281.70	28.3
0.50	2.50	4241.09	1.486	3.38	3382057.21	39.5
0.50	3.00	4241.59	1.524	4.16	4159557.21	52.0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-35: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Buenavista.

Elev Parcial (m)	Elev (m)	Altitud (km2)	Area (km2)	Almacenamiento		Y caudal
				(MMC)	(m3)	
0.00	0.00	3930.11	42.168	0.00	0.00	0.0
0.50	0.50	3930.61	44.238	22.93	22931000.00	3.5
0.50	1.00	3931.11	46.308	45.86	45862000.00	10.0
0.50	1.50	3931.61	48.379	68.79	68793000.00	18.4
0.50	2.00	3932.11	50.435	92.60	92604135.52	28.3
0.50	2.50	3932.61	52.442	119.61	119612385.52	39.5
0.50	3.00	3933.11	54.449	146.62	146620635.52	52.0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-36: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Macarimayo.

Elev Parcial (m)	Elev (m)	Altitud (km2)	Area (km2)	Almacenamiento		Y caudal
				(MMC)	(m3)	
0.00	0.00	3983.43	2.387	0.00	0.00	0.0
0.50	0.50	3983.93	2.428	1.22	1216250.00	1.4
0.50	1.00	3984.43	2.469	2.43	2432500.00	4.0
0.50	1.50	3984.93	2.510	3.65	3648750.00	7.3
0.50	2.00	3985.43	2.551	4.86	4865000.00	11.3
0.50	2.50	3985.93	2.592	6.08	6081250.00	15.8
0.50	3.00	3986.43	2.633	7.30	7297500.00	20.8

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-37: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Parina.

Elev Parcial (m)	Elev (m)	Altitud (km2)	Area (km2)	Almacenamiento		Y caudal
				(MMC)	(m3)	
0.00	0.00	4019.37	10.096	0.00	0.00	0.0
0.50	0.50	4019.87	10.800	5.49	5488750.00	1.4
0.50	1.00	4020.37	11.505	10.98	10977500.00	4.0
0.50	1.50	4020.87	12.209	16.47	16466250.00	7.3
0.50	2.00	4021.37	12.544	22.64	22640530.40	11.3
0.50	2.50	4021.87	12.755	29.04	29044780.40	15.8
0.50	3.00	4022.37	12.966	35.45	35449030.40	20.8

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-38: Cuadro de altitud descarga y volúmenes del Embalse Quenamari.

Elev Parcial (m)	Elev (m)	Altitud (km2)	Area (km2)	Almacenamiento		Y caudal
				(MMC)	(m3)	
0.00	0.00	4414.87	1.795	0.00	0.00	0.0
0.50	0.50	4415.37	1.853	0.91	905500.00	1.4
0.50	1.00	4415.87	1.911	1.81	1811000.00	4.0
0.50	1.50	4416.37	1.969	2.80	2800582.41	7.3
0.50	2.00	4416.87	2.025	3.82	3820832.41	11.3
0.50	2.50	4417.37	2.082	4.84	4841082.41	15.8
0.50	3.00	4417.87	2.139	5.86	5861332.41	20.8

Fuente: Elaboración propia.

De la combinación de un modelo de cuenca, modelos meteorológicos y especificaciones de control, definen las respectivas simulaciones hidrológicas o (runs).

4.6. Simulación hidrológica para diferentes escenarios

En este Item se desarrolla el cálculo Análisis de Máximas Avenidas para diferentes periodos de retorno en diferentes puntos de interés definidos distribuidos entre las 19 sub cuencas así como la respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis en general.

4.6.1. Escenario 01: Situación Actual.

Se define como escenario 01 (situación actual) a la cuenca del río Ramis, si ningún tipo de embalse que cumple la función de atenuación de avenidas, lo que se supone que con el modelo del escenario 01 se obtendría los caudales de avenidas en el río Ramis en una situación natural tal y como ocurriría un evento extremo de los cuales se ha identificado los siguientes componentes:

Para el modelamiento hidrológico con HEC-HMS en situación actual se tiene, 19 sub cuencas en las cuales ya están delimitadas los puntos de interés en donde en otros escenarios irán ubicados los embalses y 13 ríos o cauces, los cuales están distribuidos en toda la extensión de la cuenca del río Ramis, tal y como se muestra en la Figura IV-12.

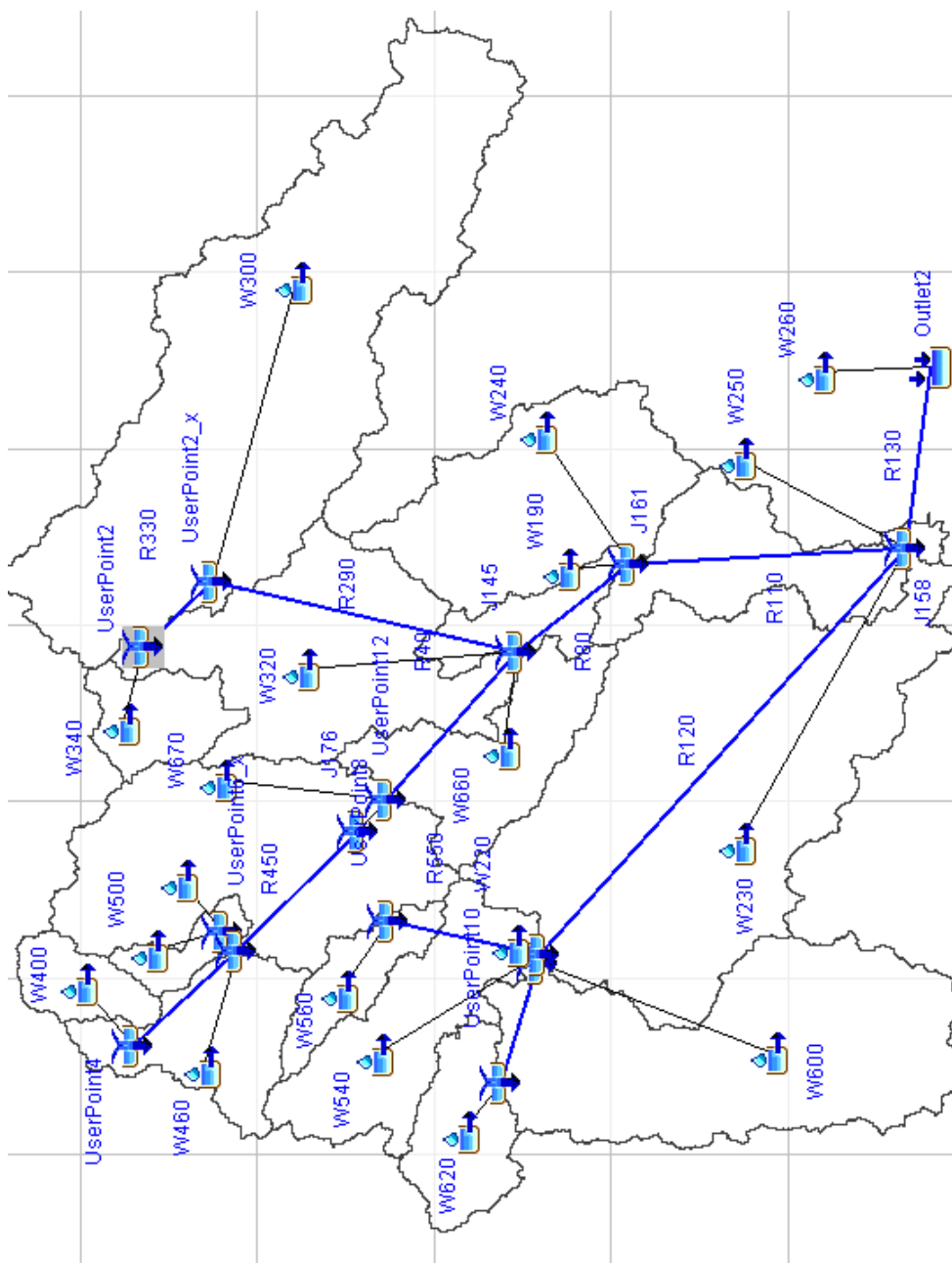


Figura IV-12: Modelo hidrológico de HEC-HMS para una situación Actual.

En la situación actual no se tiene la presencia de embalses significativos el cual en la Figura IV-13, se muestra el hidrograma principal de la cuenca del río Ramis para 50 años de periodo de retorno.

En este escenario y con los parámetros propuestos para el modelamiento hidrológico, y suponiendo que se presentara un evento extremo este tendría una duración de llegar a la parte baja de la cuenca de alrededor de 2 días. Puesto que para un TR = 50 años, tendríamos un caudal de 1142.2 m³/s y sucedería a los 2 días en el segundo a las 19:00 horas, de iniciado la tormenta.

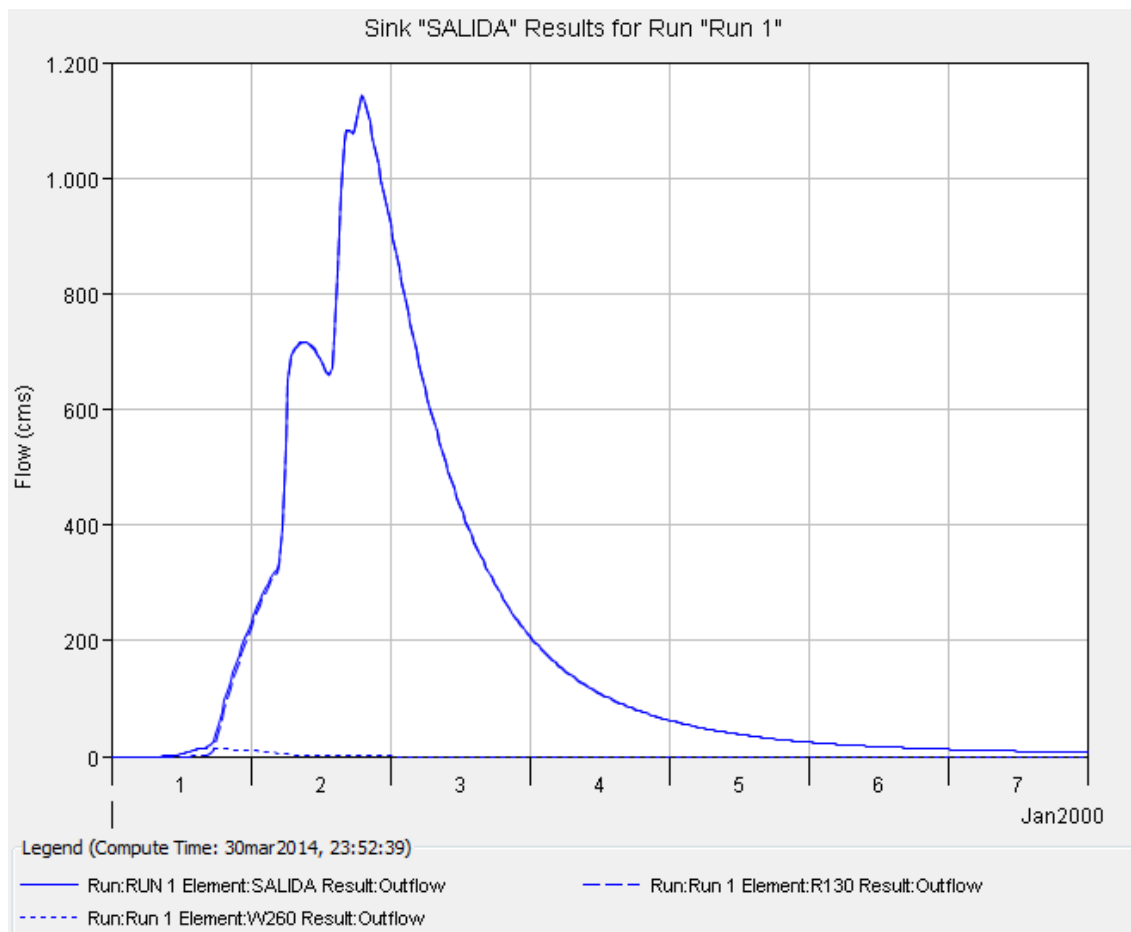


Figura IV-13: Hidrograma de avenida de la cuenca del río Ramis para TR=50 Años.

4.6.2. Escenario 02: Situación Futura con embalses a máxima capacidad.

Se define como escenario 02 (situación futura con embalses llenos Capacidad=100%), a las medidas de control de avenidas planteadas en el presente trabajo de investigación, concerniente a 06 embalses con fines de laminación de las avenidas distribuidos en diferentes sub cuencas de cabecera (Figura III-5), con embalses a máxima capacidad del volumen útil según los diseños concebidos por las diferentes fuentes recopiladas, para investigar, cuál es su inferencia en la reducción de las avenidas y su respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis en su parte baja, tomando como referencia el *paper* "Efecto de los embalses en el control de avenidas en el Pirineo Central Español", publicado en la revista de investigación *Geographicalia*.

Para lo cual se ha realizado el modelado la cuenca del río Ramis con las siguientes características, se tienen 19 sub cuencas e inter cuencas, 06 embalses planteados y 13 cauces principales, los cuales se componen el modelo hidrológico, ver Figura IV-14.

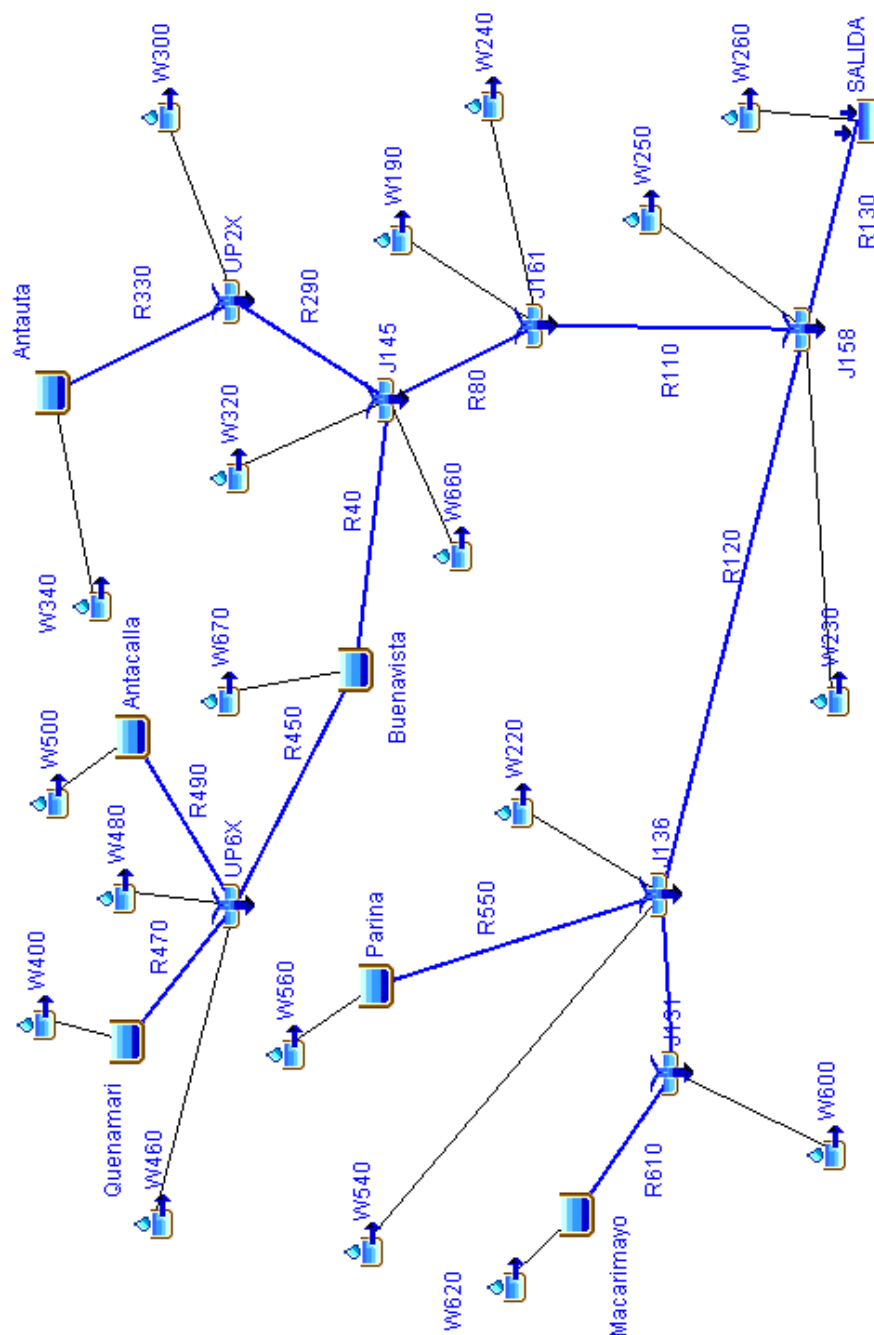


Figura IV-14: Modelo hidrológico de HEC-HMS para una situación Futura.

En las Figuras IV-15 al IV-20, se muestran los tránsitos de avenida para un periodo de retorno de 50 Años, de un evento extremo para los embalses en estudio.

Como se puede apreciar en cada uno de los embalses, la avenida es parcialmente atenuada, el cual se podría deducir que para un periodo de retorno de 50 Años, con el área colectora total de 3038.3 km² de seis sub cuencas reguladas, que equivale un 21.1% del

total de la cuenca del río Ramis, se puede reducir un 10.4% de las avenidas que se forman en la cabecera de la cuenca del río Ramis.

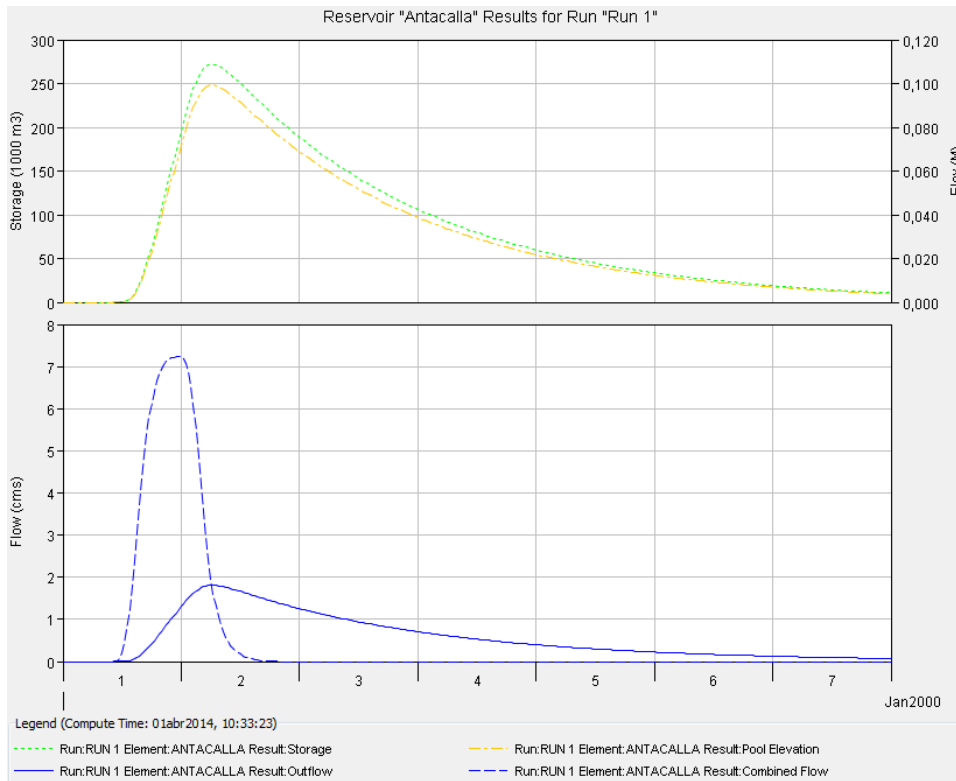


Figura IV-15: Transito del embalse Antacalla para TR =50 Años – Escenario 02.

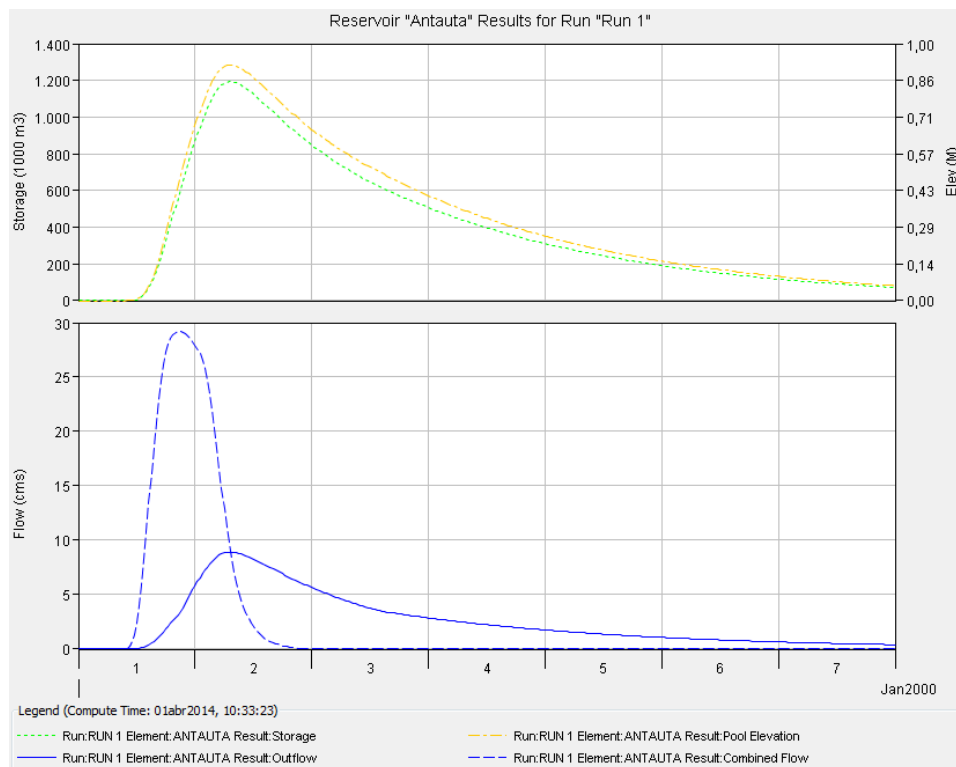


Figura IV-16: Transito del embalse Antauta para TR =50 Años – Escenario 02.

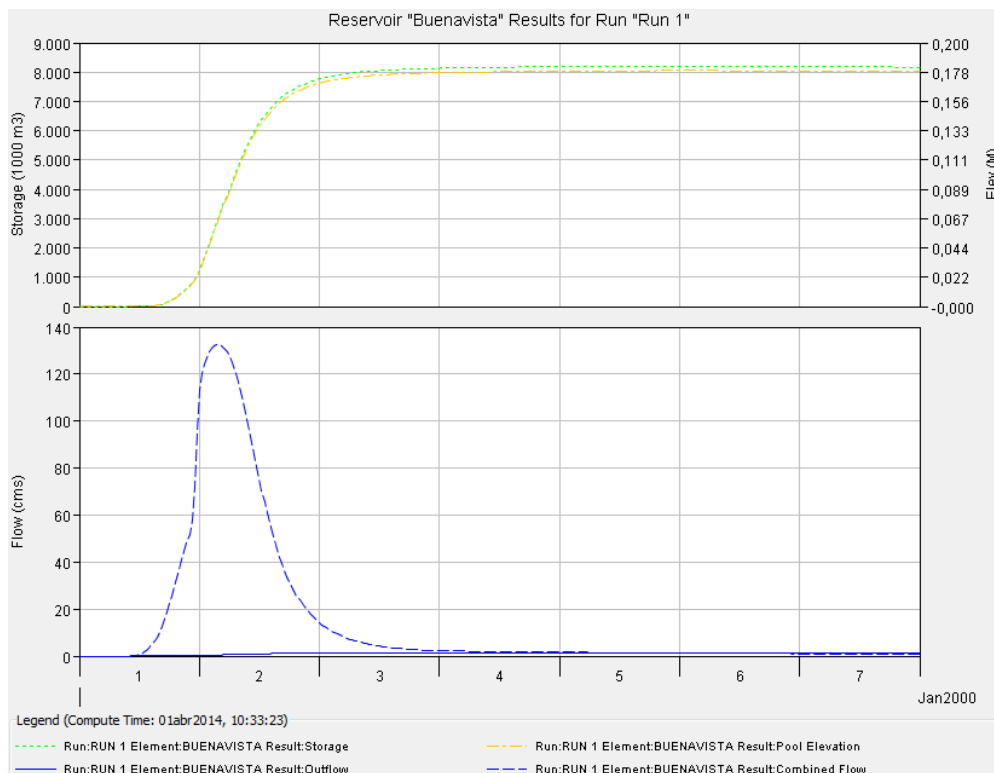


Figura IV-17: Transito del embalse Buenavista para TR =50 Años – Escenario 02.

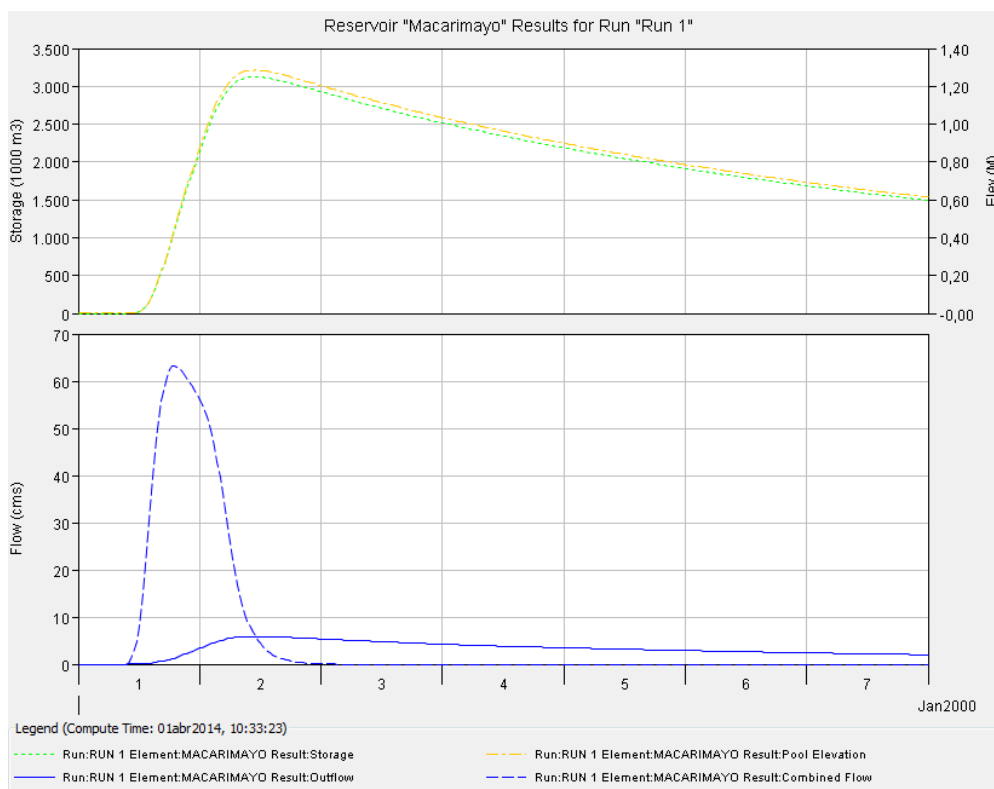


Figura IV-18: Transito del embalse Macarimayo para TR =50 Años – Escenario 02.

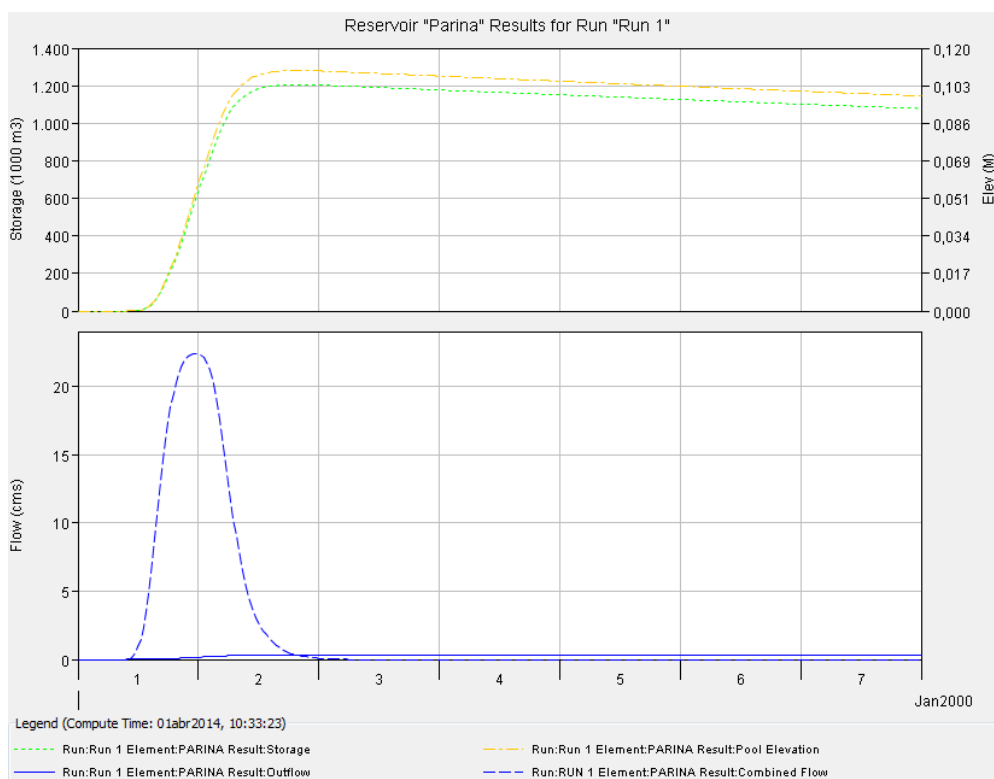


Figura IV-19: Transito del embalse Parina para TR =50 Años – Escenario 02.

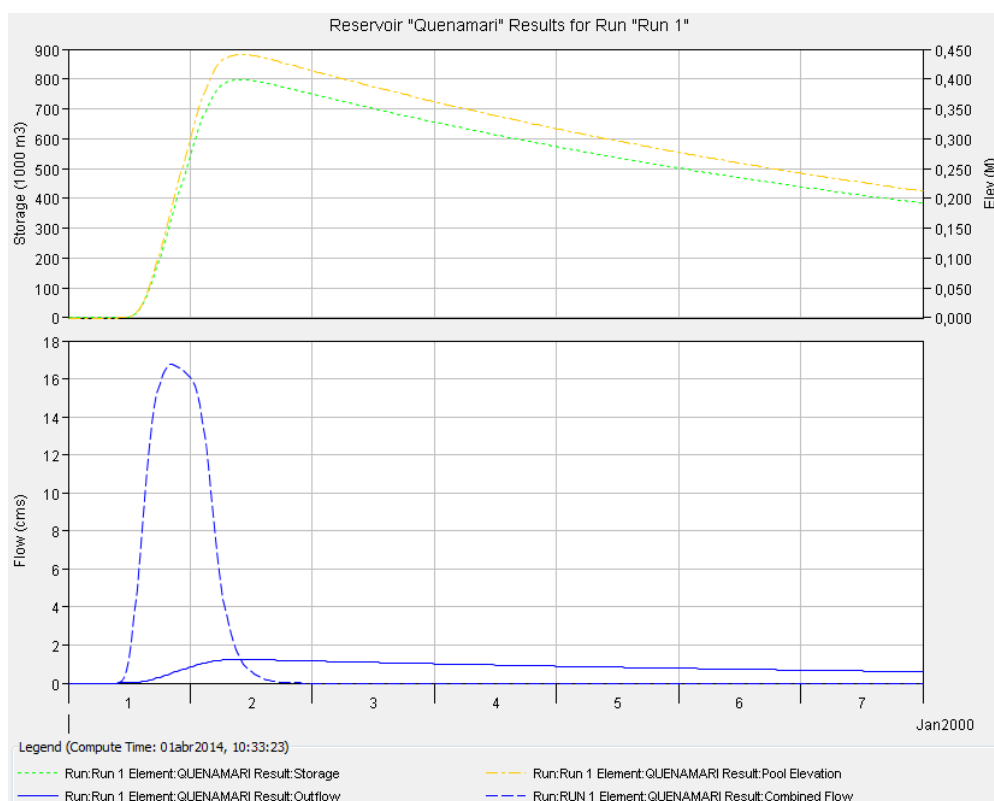


Figura IV-20: Transito del embalse Quenamari para TR =50 Años – Escenario 02.

De las Figuras anteriores la onda de avenida para un periodo de retorno de 50 años que se genera en cada uno de los embalses se comporta de la siguiente manera:

En el Embalse Antacalla, la sub cuenca genera un caudal máximo de 7.2 m³/s que ocurre a las 23:00 horas de iniciado el evento extremo, y teniendo como salida un caudal de 1.8 m³/s atenuando el 75 % de la onda de avenida.

El embalse Antauta, la sub cuenca genera un caudal máximo de 29.2 m³/s que ocurre a las 21:00 horas, y debido al embalse se tiene un caudal de salida de 8.9 m³/s atenuando un 69.5% de la onda de avenida.

En el embalse Buenavista, la inter cuenca y los dos caudales atenuados de los embalses Quenamari y Antacalla, generan un caudal máximo de entrada de 133.8 m³/s ocurrido a 1 día y 04:00 horas, y reduciéndolo a 1.3 m³/s, logrando atenuar el 99.0% de la onda de avenida.

En el embalse Macarimayo, la sub cuenca genera un caudal máximo de 63.2 m³/s, que ocurre a las 19:00 horas, y como salida del embalse se tiene un caudal de 5.9 m³/s, lo que estaría atenuando la avenida en un 90.7%.

En el embalse Parina, la sub cuenca genera un caudal máximo de 22.4 m³/s ocurrido a las 23:30 horas, obteniendo un caudal de salida de 0.3 m³/s, logrando atenuar el 98.7% de la avenida producida.

Y en el embalse Quenamari, la sub cuenca genera un caudal máximo de 16.8 m³/s que ocurre a las 20:30 horas, reduciendo el caudal a 2.4 m³/s, logrando reducir la onda de avenida en un 85.7%.

En el Cuadro IV-39, se presentan las elevaciones de aguas máximas ordinarias (NAMO), y aguas máximas extraordinarias (NAME), de los embalses transitados.

Cuadro IV-39: Cuadro de elevaciones de los embalses para el escenario 02.

Embalse	Altura (m)		Elevaciones (m.s.n.m.)			
	Embalse	Transito - HMS	Cauce	Nivel Agua	NAMO	NAME
Antacalla	21.7	0.1	4056.0	4077.6	4077.6	4077.7
Antauta	32.5	0.9	4207.0	4238.6	4238.6	4239.5
Buenavista	36.3	0.2	3894.0	3930.1	3930.1	3930.3
Macarimayo	23.7	1.3	3961.0	3983.4	3983.4	3984.7
Parina	8.5	0.1	4011.0	4019.4	4019.4	4019.5
Quenamari	37.3	0.4	4378.0	4414.9	4414.9	4415.3

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3. Escenario 03: Situación futura con embalses con capacidad al 50%.

Se define como escenario 03 (situación futura con embalses con capacidad de embalsado al 50%), a las medidas de control de avenidas planteadas en el presente trabajo de investigación, concerniente a 06 embalses con fines de laminación de las avenidas distribuidos en diferentes sub cuencas de cabecera, en el cual cada embalse al momento de llevar el tránsito de avenidas los embalses se encuentran a la mitad de su capacidad de volumen, para analizar cuál es su inferencia en la reducción de las avenidas y su respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis en su parte baja, específicamente en el río Ramis.

En las Figuras IV-21 al IV-26, se muestran los tránsitos de avenida de los embalses en estudio para un periodo de retorno de 50 Años.

Para lo cual se ha realizado el modelado la cuenca del río Ramis con las siguientes características, se tienen 19 sub cuencas e inter cuencas, 06 embalses planteados y 13 cauces principales, los cuales se componen el modelo hidrológico, ver Figura IV-14, obteniendo los siguientes resultados:

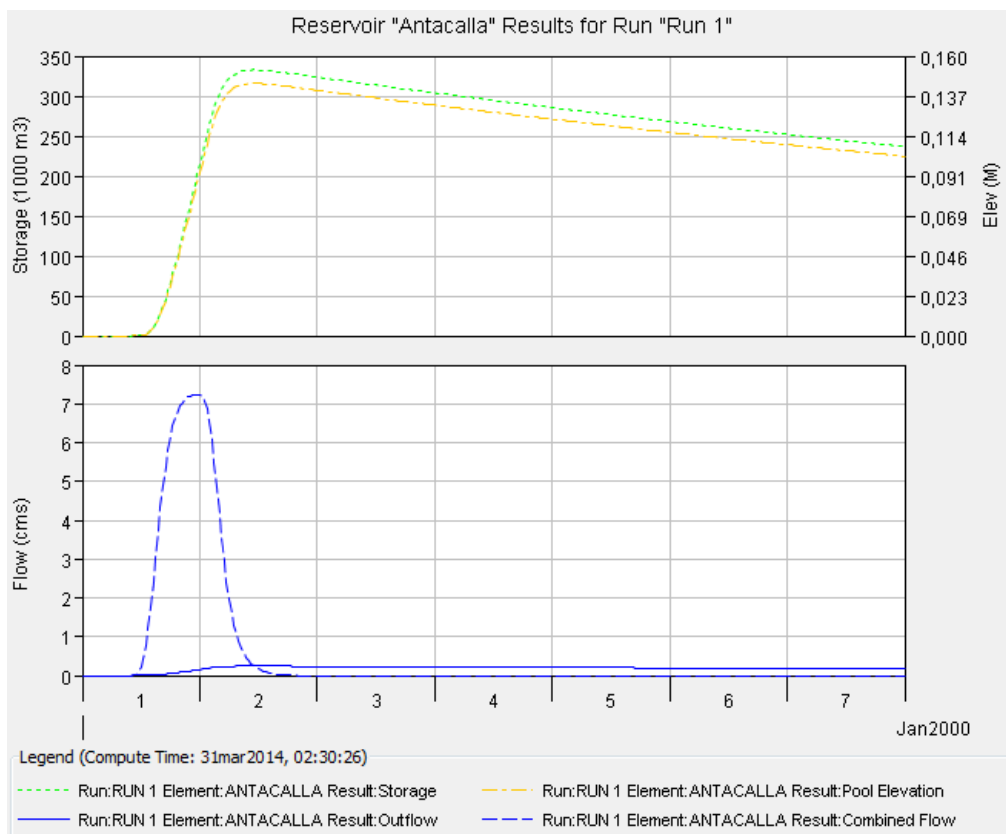


Figura IV-21: Tránsito del embalse Antacalla para TR =50 Años – Escenario 03.

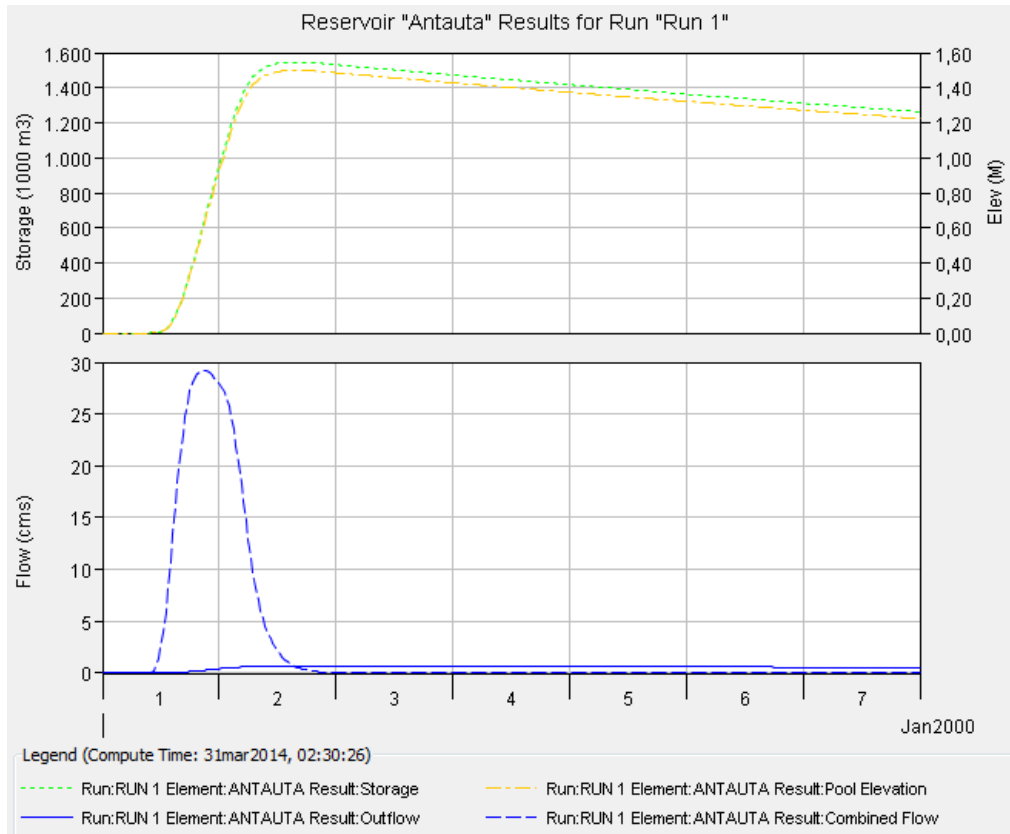


Figura IV-22: Transito del embalse Antauta para TR =50 Años – Escenario 03.

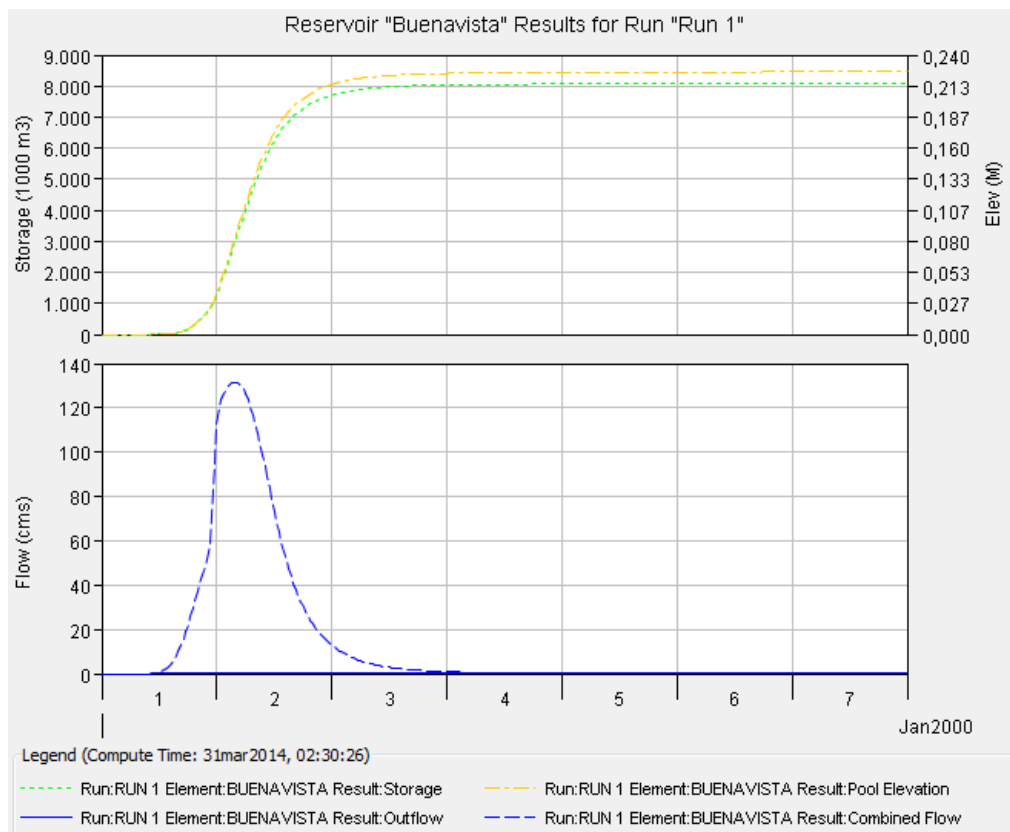


Figura IV-23: Transito del embalse Buenavista para TR =50 Años – Escenario 03.

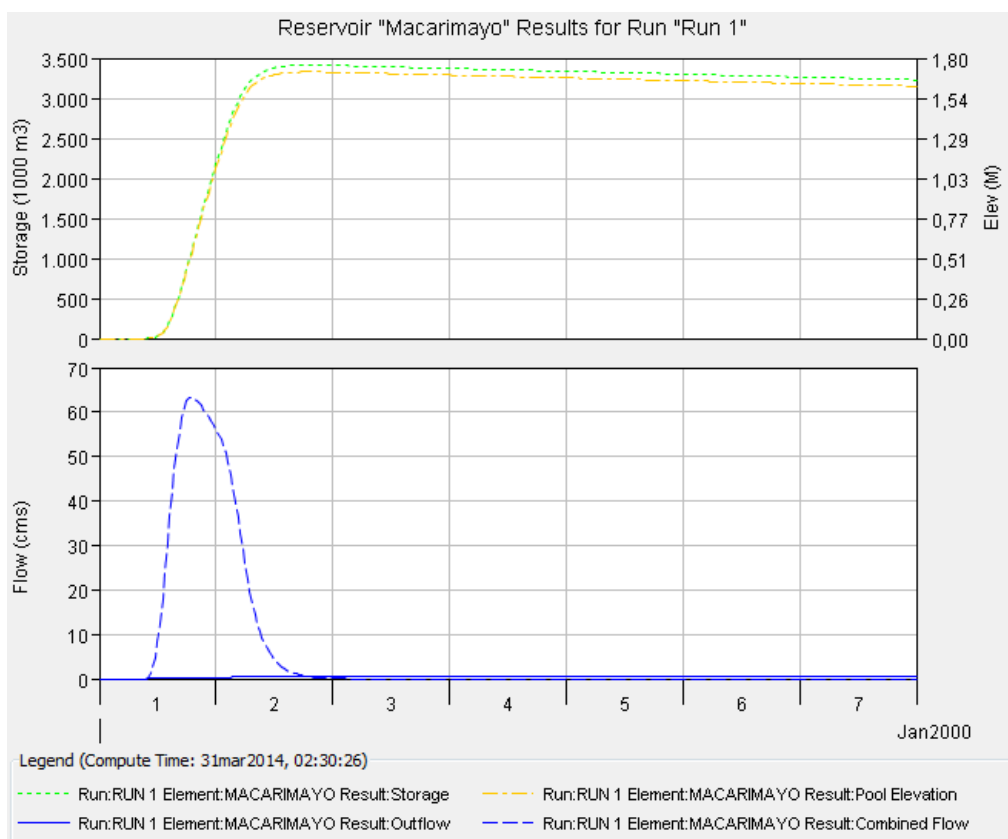


Figura IV-24: Transito del embalse Macarimayo para TR =50 Años – Escenario 03.

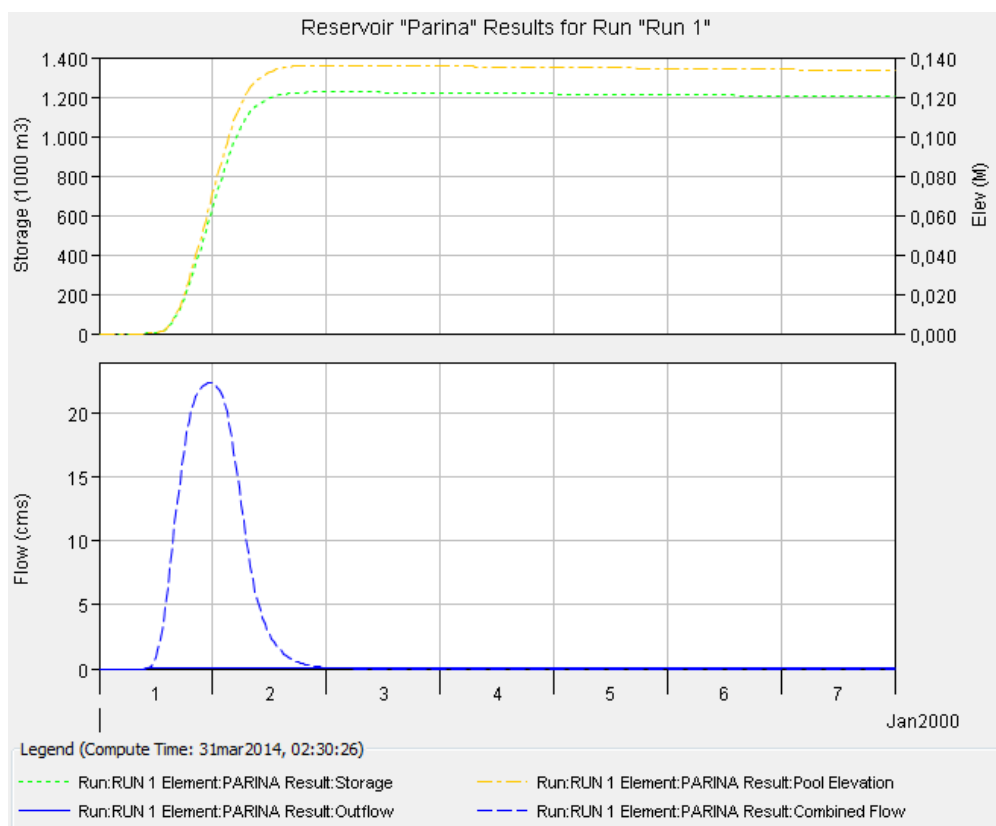


Figura IV-25: Transito del embalse Parina para TR =50 Años – Escenario 03.

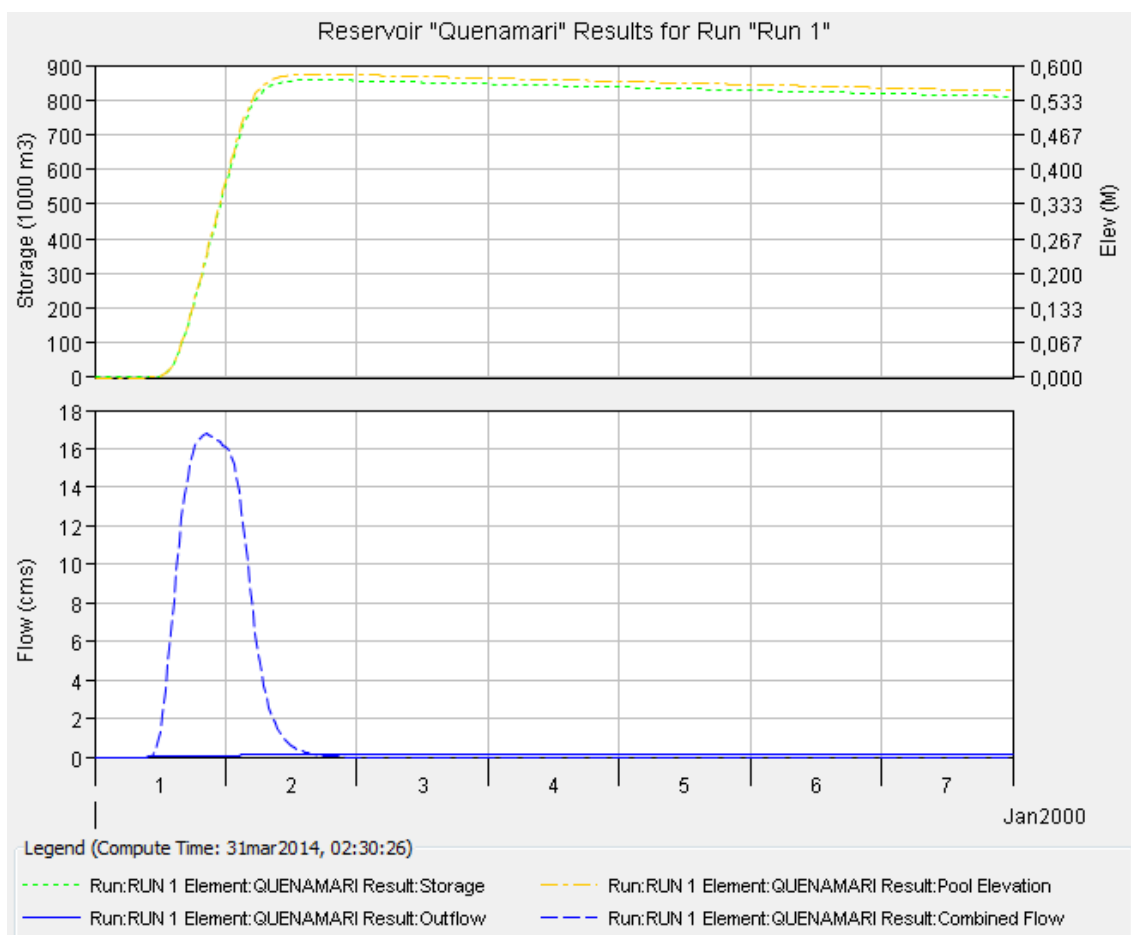


Figura IV-26: Transito del embalse Quenamari para TR =50 Años – Escenario 03.

De las Figuras anteriores la onda de avenida para un periodo de retorno de 50 años para el escenario 03, cada uno de los embalses se comporta de la siguiente manera:

En el Embalse Antacalla, la sub cuenca genera un caudal máximo de 7.2 m³/s que ocurre a las 23:00 horas de iniciado el evento extremo, y teniendo como salida un caudal de 0.2 m³/s atenuando el 97.2 % de la onda de avenida.

El embalse Antauta, la sub cuenca genera un caudal máximo de 29.2 m³/s que ocurre a las 21:00 horas, y debido al embalse se tiene un caudal de salida de 0.7 m³/s atenuando un 97.6% de la onda de avenida.

En el embalse Buenavista, la inter cuenca y los dos caudales atenuados de los embalses Quenamari y Antacalla, generan un caudal máximo de entrada de 131.5 m³/s ocurrido a 1 día y 03:30 horas, y reduciéndolo a 0.2 m³/s, logrando atenuar el 99.8% de la onda de avenida.

En el embalse Macarimayo, la sub cuenca genera un caudal máximo de 63.2 m³/s, que ocurre a las 19:00 horas, y como salida del embalse se tiene un caudal de 0.4 m³/s, lo que estaría atenuando la avenida en un 99.4%.

En el embalse Parina, la sub cuenca genera un caudal máximo de 22.4 m³/s ocurrido a las 23:30 horas, obteniendo un caudal de salida de 0.1 m³/s, logrando atenuar el 99.6% de la avenida producida.

Y en el embalse Quenamari, la sub cuenca genera un caudal máximo de 16.8 m³/s que ocurre a las 20:30 horas, reduciendo el caudal a 0.1 m³/s, logrando reducir la onda de avenida en un 99.4%.

En el Cuadro IV-40, se presentan las elevaciones de aguas máximas ordinarias (NAMO), y aguas máximas extraordinarias (NAME), de los embalses transitados.

Cuadro IV-40: Cuadro de elevaciones de los embalses para el escenario 03.

Embalse	Altura (m)		Elevaciones (m.s.n.m.)			
	Embalse	Transito - HMS	Cauce	Nivel Agua	NAMO	NAME
Antacalla	21.6	0.0	4056.0	4072.6	4077.6	4077.6
Antauta	31.7	0.1	4207.0	4231.5	4238.6	4238.7
Buonavista	36.1	0.0	3894.0	3926.4	3930.1	3930.1
Macarimayo	22.6	0.2	3961.0	3978.3	3983.4	3983.6
Parina	8.4	0.0	4011.0	4016.5	4019.4	4019.4
Quenamari	36.9	0.0	4378.0	4407.8	4414.9	4414.9

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro IV-40, se puede verificar que a la mitad de la capacidad del volumen de los embalses, solo los embalses Antauta y Macarimayo, llegan a tener rebose por su aliviadero con alturas de 10 y 20 centímetros, en cambio los demás embalses amortiguan la avenida por completo.

4.6.4. Escenario 04: Situación futura con embalses a máxima capacidad menos los efectos de la evaporación.

Se define como escenario 04 (situación futura con embalses con su máxima capacidad menos los efectos de la evaporación), evaluándose un supuesto que el embalse no se encuentra en operación pero se encuentra a su máxima capacidad, el cual sufre pérdidas por efectos de la evaporación según se muestra en el Cuadro IV-41. Para poder cuantificar esta pérdida se usaron datos de evaporación del estudio “Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del río Ramis” elaborado el 2008 por la Autoridad Local Aguas – Ramis, pagina 3-99, datos de las estaciones Santa Rosa, Nuñoa, Macusani y Sicuani. Las

áreas promedio de los espejos de agua fueron obtenidas de los Cuadros Altura – Area – Volumen que se detallan en el Anexo I.

Cuadro IV-41: Pérdida por evaporación en los espejos de agua de los embalses.

Mes	Nº días	Evaporación (mm) ⁽¹⁾	Evaporación en el espejo de agua de los embalses (hm3)					
			ANTACALLA	ANTAUTA	BUENAVISTA	MACARIMAYO	PARINA	QUENAMARI
Area promedio de Espejo de Agua (km2)			1.85	0.78	27.33	1.45	7.33	1.11
Enero	31	138.9	0.26	0.11	3.80	0.20	1.02	0.15
Febrero	28	125.8	0.23	0.10	3.44	0.18	0.92	0.14
Marzo	31	135.6	0.25	0.11	3.70	0.20	0.99	0.15
Abril	30	127.2	0.24	0.10	3.48	0.18	0.93	0.14
Mayo	31	128.6	0.24	0.10	3.52	0.19	0.94	0.14
Junio	30	122.7	0.23	0.10	3.35	0.18	0.90	0.14
Julio	31	132.8	0.25	0.10	3.63	0.19	0.97	0.15
Agosto	31	146.1	0.27	0.11	3.99	0.21	1.07	0.16
Septiembre	30	156.9	0.29	0.12	4.29	0.23	1.15	0.17
Octubre	31	167.9	0.31	0.13	4.59	0.24	1.23	0.19
Noviembre	30	167.7	0.31	0.13	4.58	0.24	1.23	0.19
Diciembre	31	154.2	0.29	0.12	4.21	0.22	1.13	0.17
TOTAL ANUAL			3.16	1.34	46.57	2.48	12.49	1.89
Volumen del Embalse (hm3)			22.3	14.4	257.0	20.0	49.0	20.5
Vol escenario 04: VOL-EVAP (hm3)			19.1	13.1	210.4	17.5	36.5	18.6
Porcentaje de Volumen Embalses (%)			85.8	90.7	81.9	87.6	74.5	90.8

Fuente: ⁽¹⁾ Actualización del Balance Hídrico de la Cuenca del río Ramis, 2008, ALA-Ramis, Elaboración propia.

A partir del Cuadro IV-41, se han obtenido los porcentajes de reducción en el Volumen de los embalses que varían de 85.8% al 90.8%, estableciéndose el escenario 4 con el fin de analizar el comportamiento de los embalses en esta situación.

Al igual que los demás escenarios, se definen los siguientes componentes: 19 sub cuencas e inter cuencas, 06 embalses planteados y 13 cauces principales, los cuales se componen el modelo hidrológico, ver Figura IV-14.

En las Figuras IV-27 al IV-32, se muestran los tránsitos de avenida de los embalses para el escenario 04 para un periodo de retorno de 50 Años.

Como se puede apreciar en cada uno de los embalses la avenida es retenida totalmente el cual se podría deducir que con el área total de 3038.3 km2 de seis sub cuencas reguladas, que equivale un 21.1% del total de la cuenca del río Ramis, se puede reducir al igual que el escenario 03 un 10.9% de las avenidas que se forman en la cuenca del río Ramis.

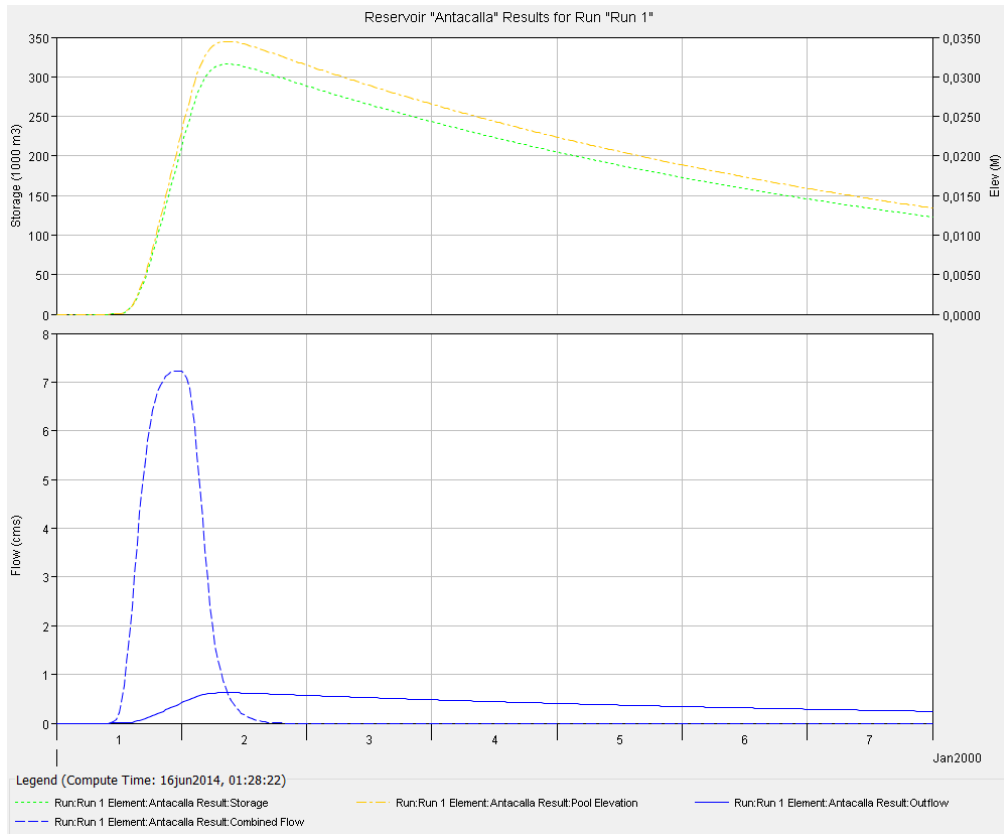


Figura IV-27: Transito del embalse Antacalla para TR =50 Años – Escenario 04.

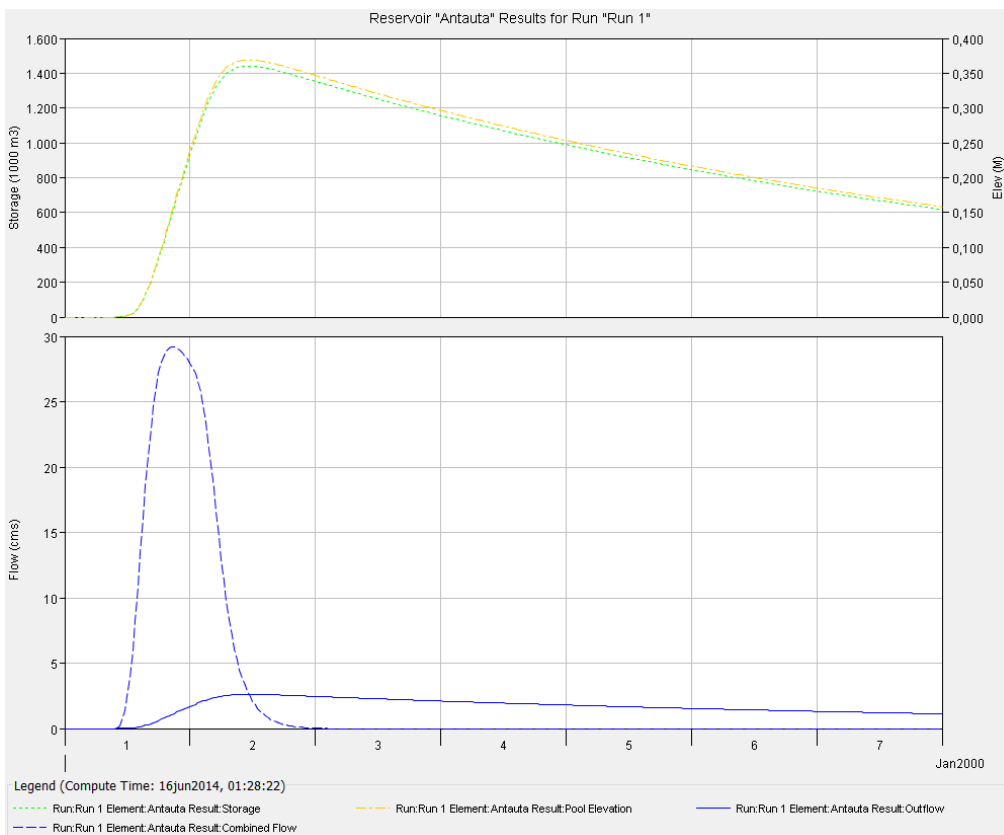


Figura IV-28: Transito del embalse Antauta para TR =50 Años – Escenario 04.

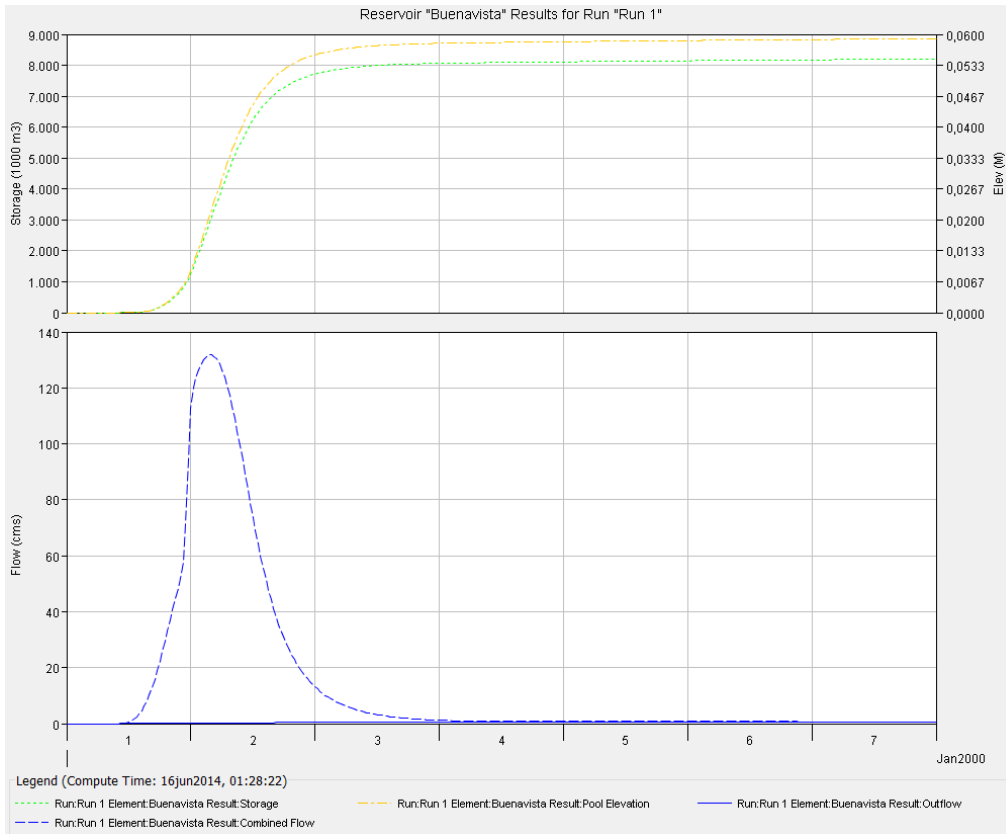


Figura IV-29: Transito del embalse Buenavista para TR =50 Años – Escenario 04.

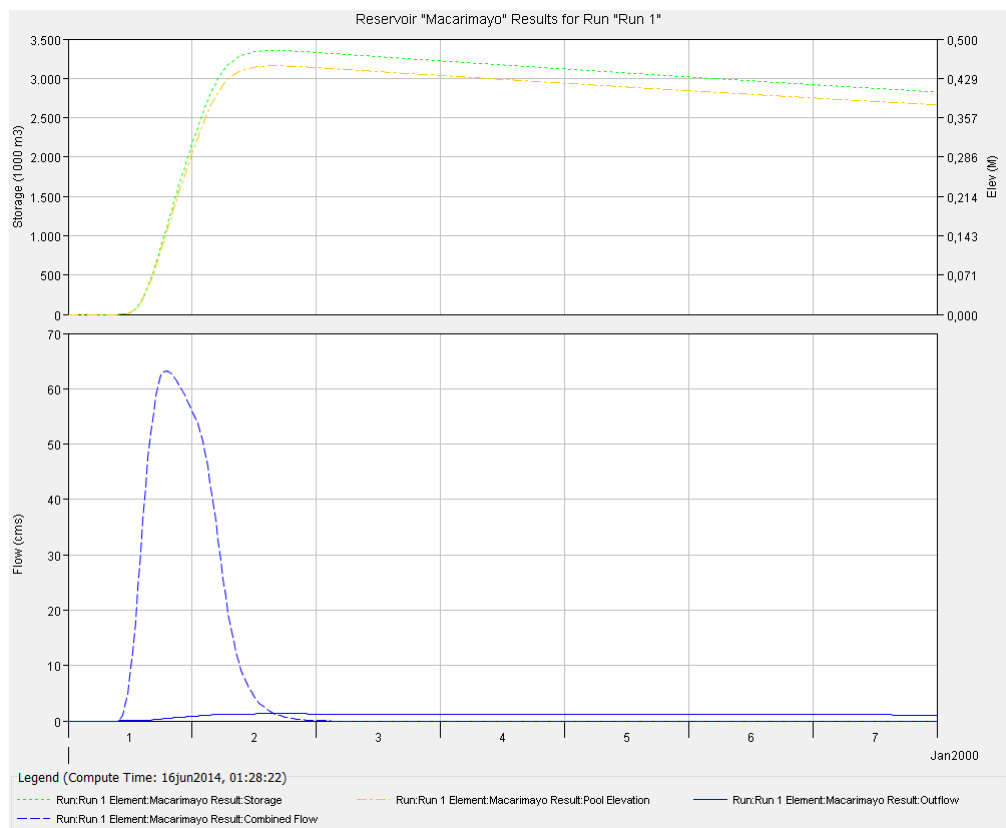


Figura IV-30: Transito del embalse Macarimayo para TR =50 Años – Escenario 04.

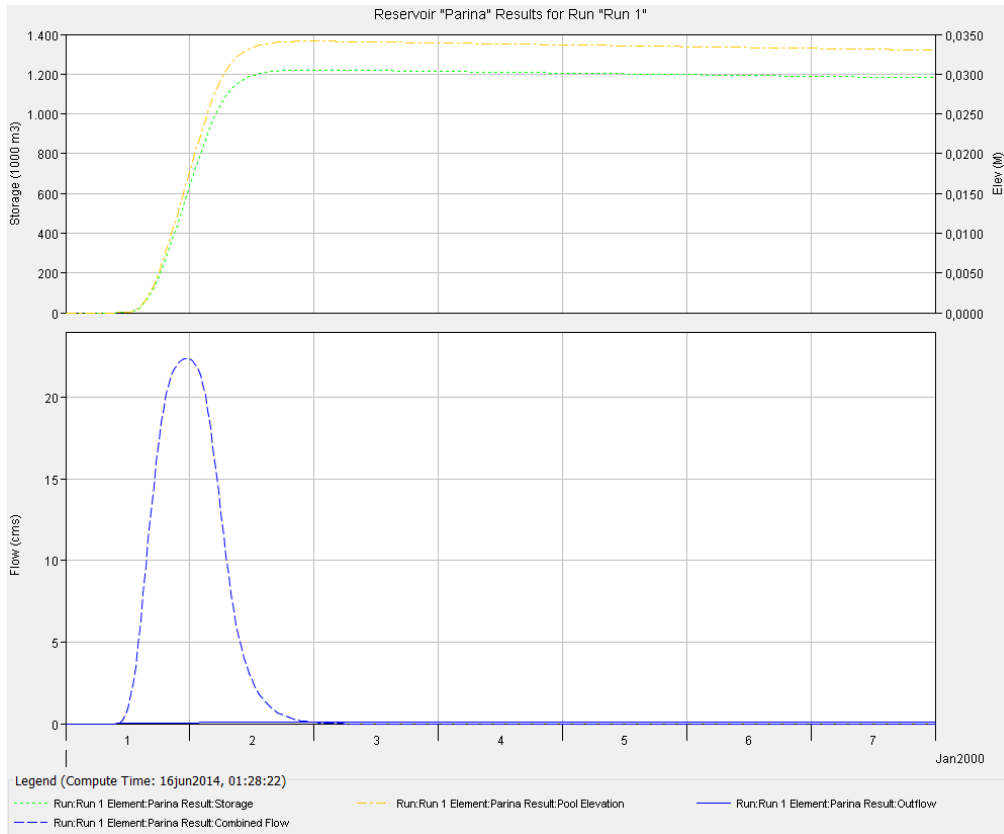


Figura IV-31: Transito del embalse Parina para TR =50 Años – Escenario 04.

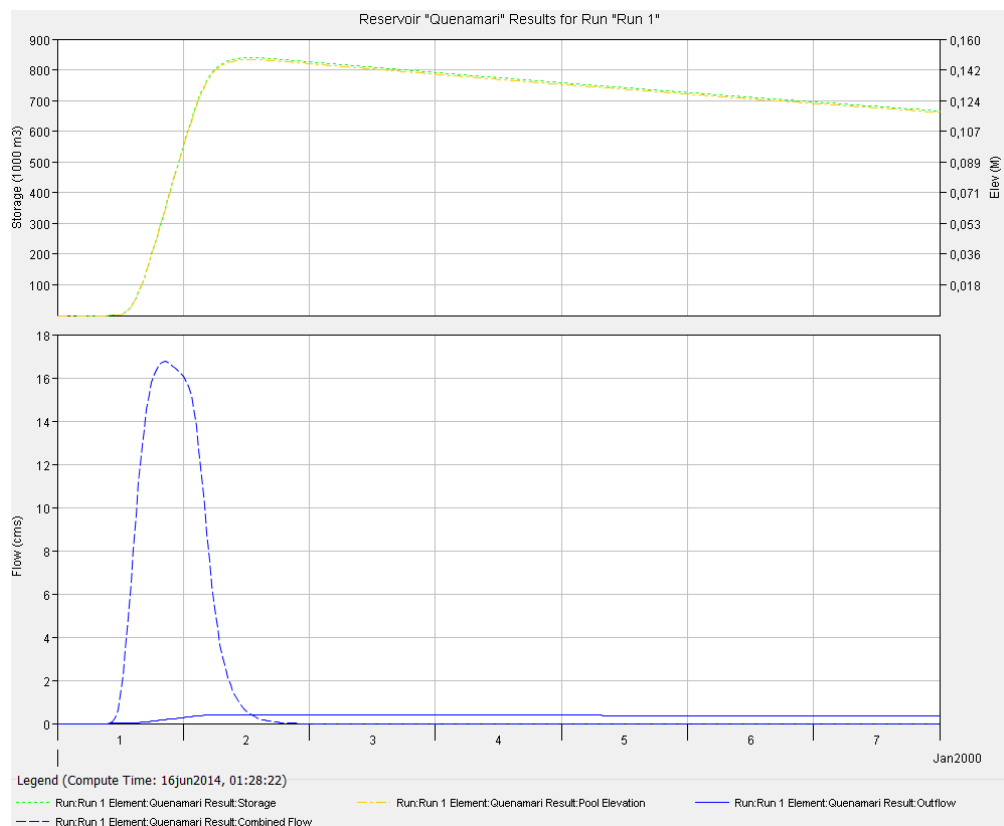


Figura IV-32: Transito del embalse Quenamari para TR =50 Años – Escenario 04.

De las Figuras anteriores la onda de avenida para un periodo de retorno de 50 años para el escenario 04, cada uno de los embalses se comporta de la siguiente manera:

En el Embalse Antacalla, la sub cuenca genera un caudal máximo de 7.2 m³/s que ocurre a las 23:00 horas de iniciado el evento extremo, y teniendo como salida un caudal de 0.6 m³/s atenuando el 91.7 % de la onda de avenida.

El embalse Antauta, la sub cuenca genera un caudal máximo de 29.2 m³/s que ocurre a las 21:00 horas, y debido al embalse se tiene un caudal de salida de 2.6 m³/s atenuando un 91.1% de la onda de avenida.

En el embalse Buenavista, la inter cuenca y los dos caudales atenuados de los embalses Quenamari y Antacalla, generan un caudal máximo de entrada de 131.7 m³/s ocurrido a 1 día y 04:00 horas, y reduciéndolo a 0.4 m³/s, logrando atenuar el 99.7% de la onda de avenida.

En el embalse Macarimayo, la sub cuenca genera un caudal máximo de 63.2 m³/s, que ocurre a las 19:00 horas, y como salida del embalse se tiene un caudal de 1.3 m³/s, lo que estaría atenuando la avenida en un 97.9%.

En el embalse Parina, la sub cuenca genera un caudal máximo de 22.4 m³/s ocurrido a las 23:30 horas, obteniendo un caudal de salida de 0.1 m³/s, logrando atenuar el 99.6% de la avenida producida.

Y en el embalse Quenamari, la sub cuenca genera un caudal máximo de 16.8 m³/s que ocurre a las 20:30 horas, reduciendo el caudal a 0.4 m³/s, logrando reducir la onda de avenida en un 97.6%.

En el Cuadro IV-42, se presentan las elevaciones de aguas máximas ordinarias (NAMO), y aguas máximas extraordinarias (NAME), de los embalses transitados.

Cuadro IV-42: Cuadro de elevaciones de los embalses para el escenario 04.

Embalse	Altura (m)		Elevaciones (m.s.n.m.)			
	Embalse	Transito - HMS	Cauce	Nivel Agua	NAMO	NAME
Antacalla	21.6	0.0	4056.0	4076.4	4077.6	4077.6
Antauta	32.0	0.4	4207.0	4237.5	4238.6	4239.0
Buenavista	36.2	0.1	3894.0	3928.9	3930.1	3930.2
Macarimayo	22.9	0.5	3961.0	3982.3	3983.4	3983.9
Parina	8.4	0.0	4011.0	4018.0	4019.4	4019.4
Quenamari	37.0	0.1	4378.0	4413.8	4414.9	4415.0

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro IV-42, se puede verificar que solo el embalse Antacalla y Parina amortifúan en su totalidad la avenida, en cambio los embalses Antauta, Buenavista, Macarimayo y Quenamari, presentan rebose de 40, 10, 50 y 10 centímetros respectivamente.

4.7. Reducción de avenidas en los embalses

El porcentaje de área regulada con fines de laminación de avenidas es 21.1 % del total del área de la cuenca del río Ramis, entonces, el embalse con mayor porcentaje de área es el Buenavista con 12.7 %, y el embalse con el menor área es el embalse Antacalla con apenas 0.9 %, Ver Cuadro IV-43.

Cuadro IV-43: Porcentaje del área regulada de la cuenca del río Ramis.

Nro	Embalse	Sub cuenca	Río	Area (km ²)	Pocentaje (%)
1	Antacalla	Nuñoa	Río Ñactuyo	125.5	0.9
2	Antauta	Crucero	Río Antauta	267.4	1.9
3	Buenavista	Nuñoa	Río Grande	1836.9	12.7
4	Macarimayo	Llallimayo	Río Macari	371.1	2.6
5	Parina	Santa Rosa	Río Parina	240.1	1.7
6	Quenamari	Nuñoa	Río Quenamari	197.3	1.4
TOTAL:				3038.3	21.1

Fuente: Elaboración propia.

Cada embalse según la morfología de su cuenca colectora, al igual que las características topográficas que ofrece su vaso de almacenamiento, tiene diferente comportamiento, entonces en el Cuadro IV-44 se presenta la reducción del escenario 02 y en el Cuadro IV-45 la reducción con un volumen del 50% (Escenario 03) y en el Cuadro IV-46 el escenario 04, en todos los cuadros se muestran los caudales de entrada y salida, donde el comportamiento también varía en función del periodo de retorno y otros factores como la longitud del aliviadero, y la topografía del vaso del embalse, ver Figuras IV-33 al IV-41.

Cuadro IV-44: Reducción de avenidas en los embalses para el Escenario 02.

TR	CAUDALES DE INGRESO Y SALIDA A LOS EMBALSES - ESCENARIO 02 (m ³ /s)											
	ANTACALLA		ANTAUTA		BUENAVISTA		MACARIMAYO		PARINA		QUENAMARI	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
5	1.0	0.2	5.9	1.1	26.2	0.2	20.7	1.2	5.2	0.1	3.1	0.2
10	2.6	0.5	10.7	2.3	51.7	0.4	31.3	2.2	9.6	0.1	6.1	0.4
20	4.4	1.0	16.9	4.2	83.0	0.7	43.7	3.5	14.7	0.2	9.9	0.7
25	5.0	1.2	19.5	5.2	93.9	0.9	48.1	4.0	16.5	0.2	11.3	0.8
50	7.2	1.8	29.2	8.9	132.5	1.3	63.2	5.9	22.4	0.3	16.8	1.2
100	9.8	2.6	42.7	14.6	177.3	1.7	80.1	8.1	29.2	0.4	24.0	2.1
200	12.9	3.4	61.1	22.5	228.3	2.3	98.9	10.6	37.1	0.5	33.5	3.4
1000	21.9	5.7	129.5	51.6	376.6	4.2	148.5	18.1	59.1	0.8	68.3	7.9

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-45: Reducción de avenidas en los embalses para el Escenario 03.

TR	CAUDALES DE INGRESO Y SALIDA A LOS EMBALSES - ESCENARIO 03 (m3/s)											
	ANTACALLA		ANTAUTA		BUENAVISTA		MACARIMAYO		PARINA		QUENAMARI	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
5	1.0	0.0	5.9	0.1	26.2	0.0	20.7	0.1	5.2	0.0	3.1	0.0
10	2.6	0.1	10.7	0.2	51.5	0.1	31.3	0.2	9.6	0.0	6.1	0.0
20	4.4	0.1	16.9	0.4	82.5	0.1	43.7	0.3	14.7	0.0	9.9	0.1
25	5.0	0.2	19.5	0.4	93.4	0.1	48.1	0.3	16.5	0.0	11.3	0.1
50	7.2	0.2	29.2	0.7	131.5	0.2	63.2	0.4	22.4	0.1	16.8	0.1
100	9.8	0.3	42.7	1.0	175.9	0.3	80.1	0.5	29.2	0.1	24.0	0.2
200	12.9	0.5	61.1	1.4	226.3	0.3	98.9	0.6	37.1	0.1	33.5	0.2
1000	21.9	0.8	129.5	2.8	371.1	0.6	148.5	0.9	59.1	0.2	68.3	0.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-46: Reducción de avenidas en los embalses para el Escenario 04.

TR	CAUDALES DE INGRESO Y SALIDA A LOS EMBALSES - ESCENARIO 04 (m3/s)											
	ANTACALLA		ANTAUTA		BUENAVISTA		MACARIMAYO		PARINA		QUENAMARI	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
5	1.0	0.1	5.9	0.4	26.2	0.1	20.7	0.4	5.2	0.0	3.1	0.1
10	2.6	0.2	10.7	0.8	51.5	0.1	31.3	0.6	9.6	0.0	6.1	0.1
20	4.4	0.3	16.9	1.5	82.5	0.2	43.7	0.9	14.7	0.1	9.9	0.2
25	5.0	0.4	19.5	1.7	93.4	0.3	48.1	1.0	16.5	0.1	11.3	0.3
50	7.2	0.6	29.2	2.6	131.7	0.4	63.2	1.3	22.4	0.1	16.8	0.4
100	9.8	0.9	42.7	4.8	175.9	0.6	80.1	2.4	29.2	0.1	24.0	0.6
200	12.9	1.2	61.1	11.8	226.3	0.1	98.9	4.2	37.1	0.2	33.5	0.8
1000	21.9	2.0	129.5	41.1	371.1	1.3	148.5	10.4	59.1	0.3	68.3	2.5

Fuente: Elaboración propia.

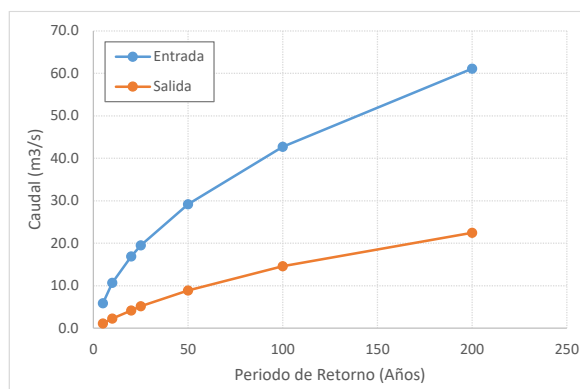
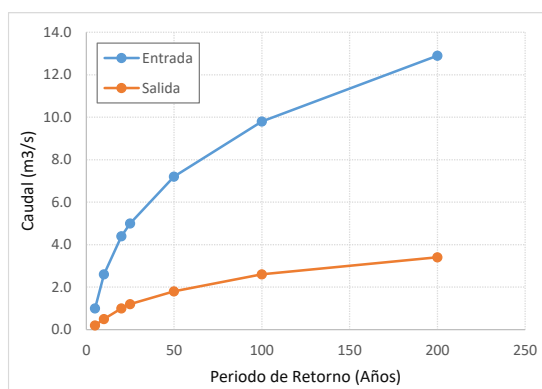


Figura IV-33: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Antacalla (izquierda) y Antauta (derecha) – Escenario 02.

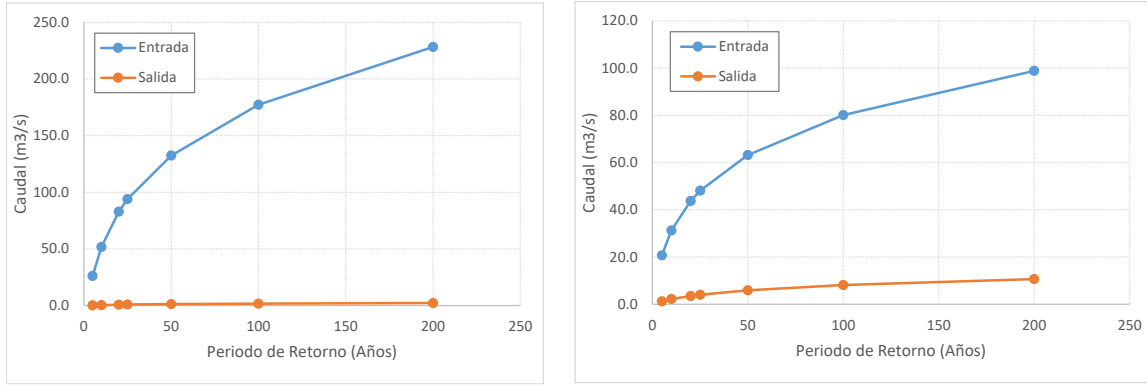


Figura IV-34: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Buenavista (izquierda) y Macarimayo (derecha) – Escenario 02.

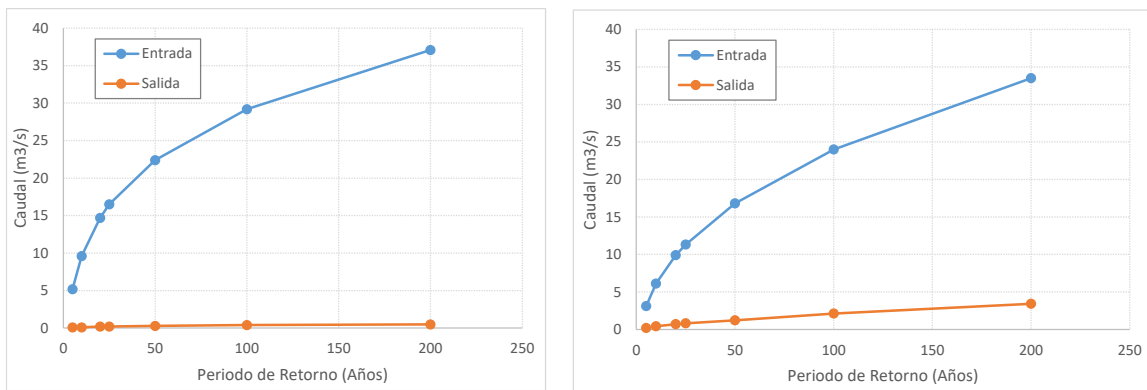


Figura IV-35: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Parina (izquierda) y Quenamari (derecha) – Escenario 02.

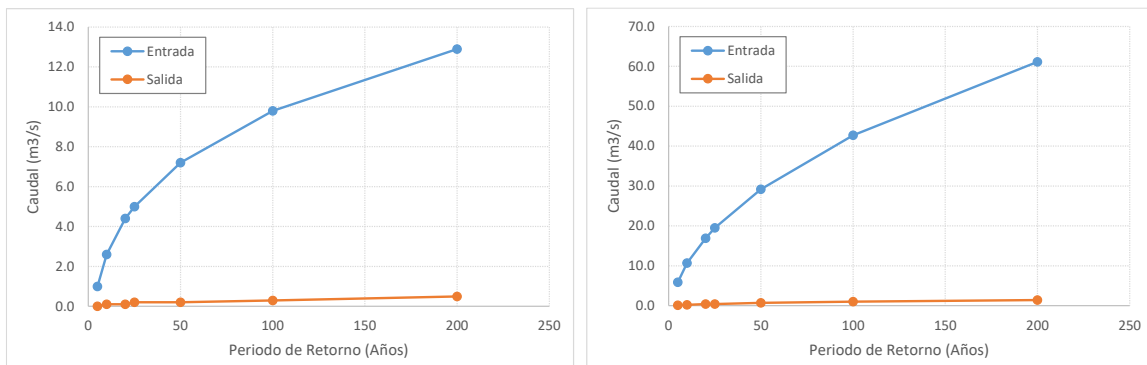


Figura IV-36: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Antacalla (izquierda) y Antauta (derecha) – Escenario 03.

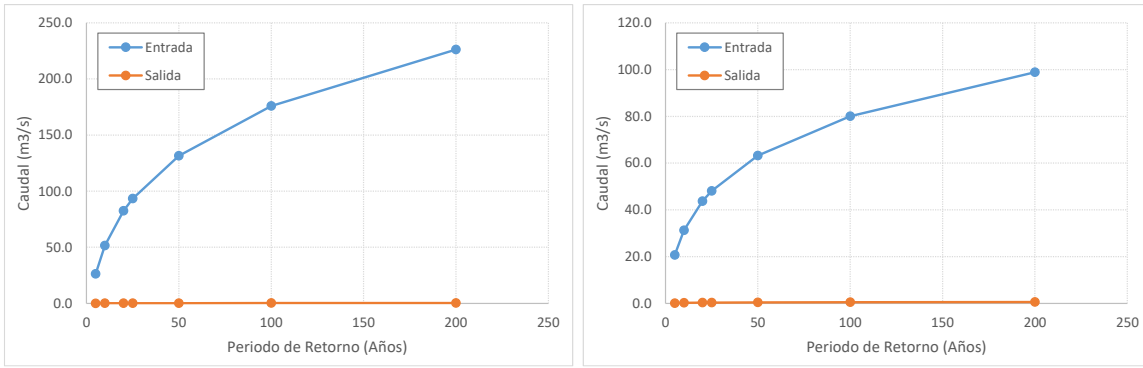


Figura IV-37: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Buenavista (izquierda) y Macarimayo (derecha) – Escenario 03.

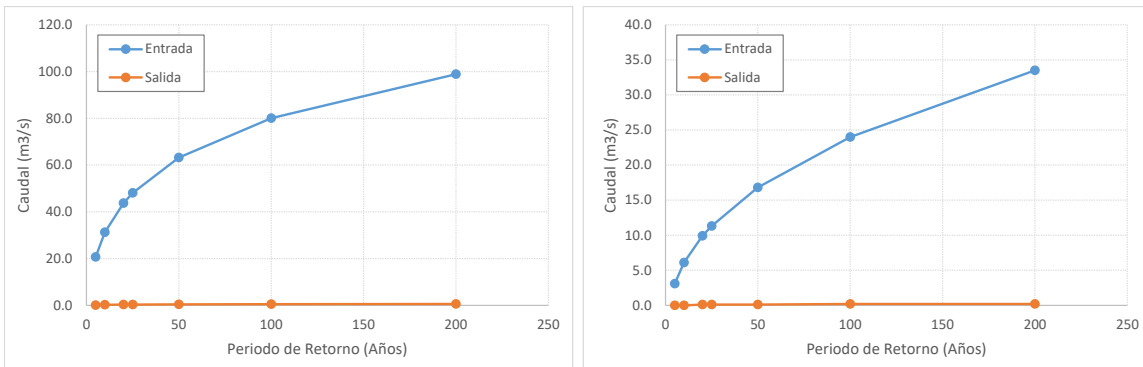


Figura IV-38: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Parina (izquierda) y Quenamari (derecha) – Escenario 03.

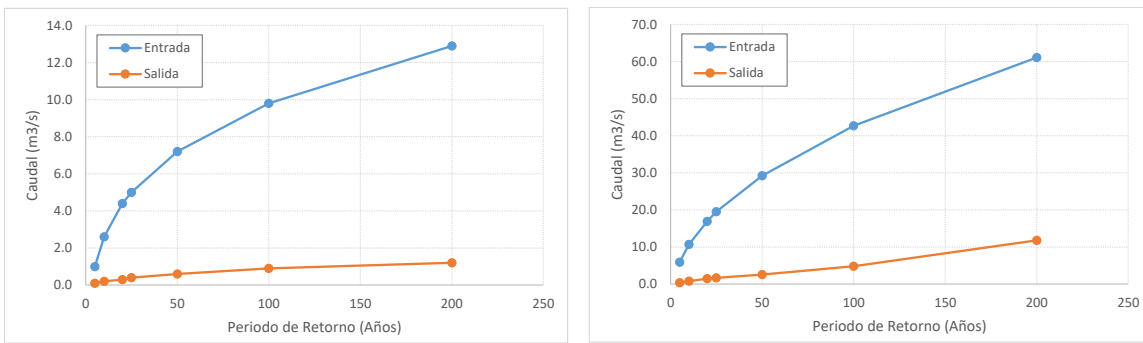


Figura IV-39: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Antacalla (izquierda) y Antauta (derecha) – Escenario 04.

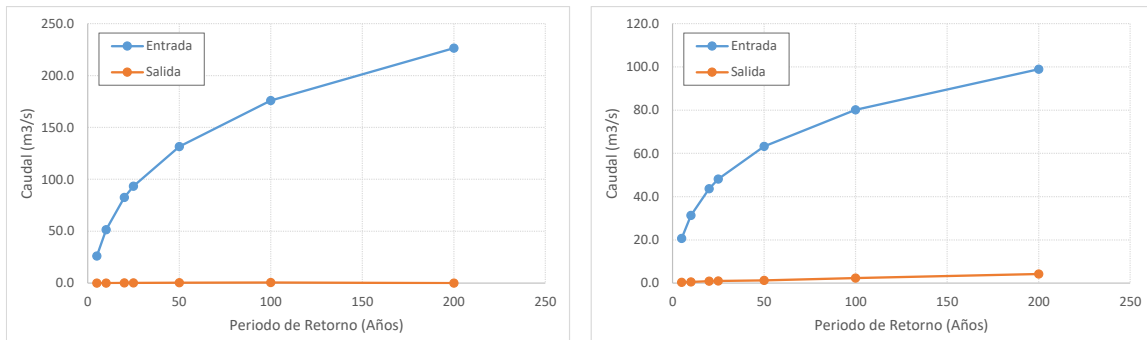


Figura IV-40: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Buenavista (izquierda) y Macarimayo (derecha) – Escenario 04.

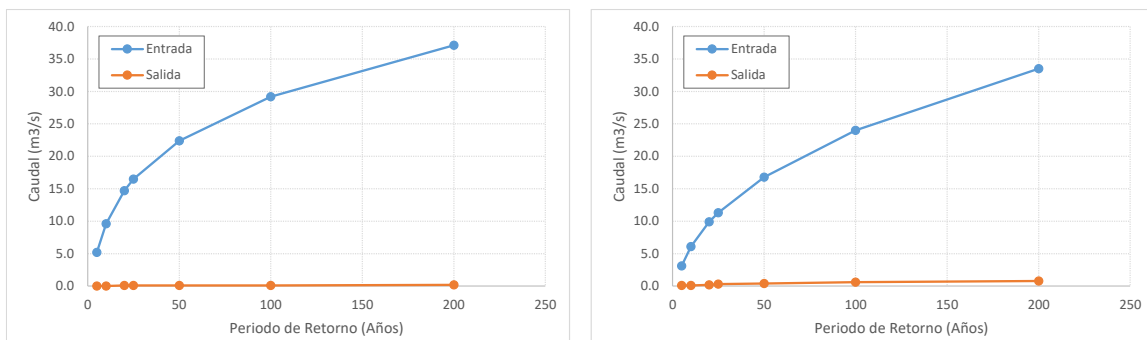


Figura IV-41: Caudales estimados de entrada y salida para diferentes periodos de retorno del embalse Parina (izquierda) y Quenamari (derecha) – Escenario 04.

A partir de las figuras anteriores se puede deducir que el amortiguamiento de avenidas del escenario 02 con embalses llenos, se da solo con la estructura de alivio de la presa, en cambio en el escenario 03 con embalses multipropósito al 50 % de volumen el amortiguamiento de la avenida es casi total en todos los periodos de retorno estudiados y en el escenario 04 se tiene un comportamiento similar al escenario 03, lo cual dependerá fundamentalmente de la regla de operación de los embalses.

4.8. Capacidad de laminación de los embalses propuestos

Una vez obtenidos los caudales de entrada y salida de cada embalse, se realiza un análisis de la capacidad de laminación de avenidas que tiene cada uno de los seis embalses estudiados en términos de porcentaje para cada periodo de retorno, obteniendo los resultados del Cuadro IV-47 y IV-48, además en la Figura IV-42 y IV-44, se muestra el comportamiento de reducción de avenidas para diferentes periodos de retorno.

Cuadro IV-47: Capacidad de reducción en los embalses para el Escenario 02.

TR	REDUCCION DE AVENIDAS EN LOS EMBALSES - ESCENARIO 02 (%)					
	ANTACALLA	ANTAUTA	BUENAVISTA	MACARIMAYO	PARINA	QUENAMARI
5	80.0	81.4	99.2	94.2	98.1	93.5
10	80.8	78.5	99.2	93.0	99.0	93.4
20	77.3	75.1	99.2	92.0	98.6	92.9
25	76.0	73.3	99.0	91.7	98.8	92.9
50	75.0	69.5	99.0	90.7	98.7	92.9
100	73.5	65.8	99.0	89.9	98.6	91.3
200	73.6	63.2	99.0	89.3	98.7	89.9
1000	74.0	60.2	98.9	87.8	98.6	88.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-48: Capacidad de reducción en los embalses para el Escenario 03.

TR	REDUCCION DE AVENIDAS EN LOS EMBALSES - ESCENARIO 03 (%)					
	ANTACALLA	ANTAUTA	BUENAVISTA	MACARIMAYO	PARINA	QUENAMARI
5	100.0	98.3	100.0	99.5	100.0	100.0
10	96.2	98.1	99.8	99.4	100.0	100.0
20	97.7	97.6	99.9	99.3	100.0	99.0
25	96.0	97.9	99.9	99.4	100.0	99.1
50	97.2	97.6	99.8	99.4	99.6	99.4
100	96.9	97.7	99.8	99.4	99.7	99.2
200	96.1	97.7	99.9	99.4	99.7	99.4
1000	96.3	97.8	99.8	99.4	99.7	99.4

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro IV-49: Capacidad de reducción en los embalses para el Escenario 04.

TR	REDUCCION DE AVENIDAS EN LOS EMBALSES - ESCENARIO 04 (%)					
	ANTACALLA	ANTAUTA	BUENAVISTA	MACARIMAYO	PARINA	QUENAMARI
5	90.0	93.2	99.6	98.1	100.0	96.8
10	92.3	92.5	99.8	98.1	100.0	98.4
20	93.2	91.1	99.8	97.9	99.3	98.0
25	92.0	91.3	99.7	97.9	99.4	97.3
50	91.7	91.1	99.7	97.9	99.6	97.6
100	90.8	88.8	99.7	97.0	99.7	97.5
200	90.7	80.7	100.0	95.8	99.5	97.6
1000	90.9	68.3	99.6	93.0	99.5	96.3

Fuente: Elaboración propia.

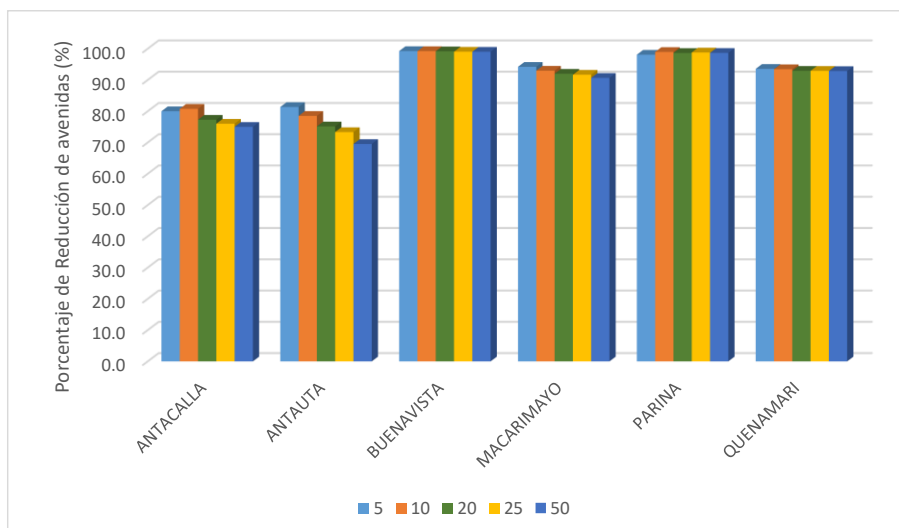


Figura IV-42: Comportamiento de reducción de avenidas - escenario 02.

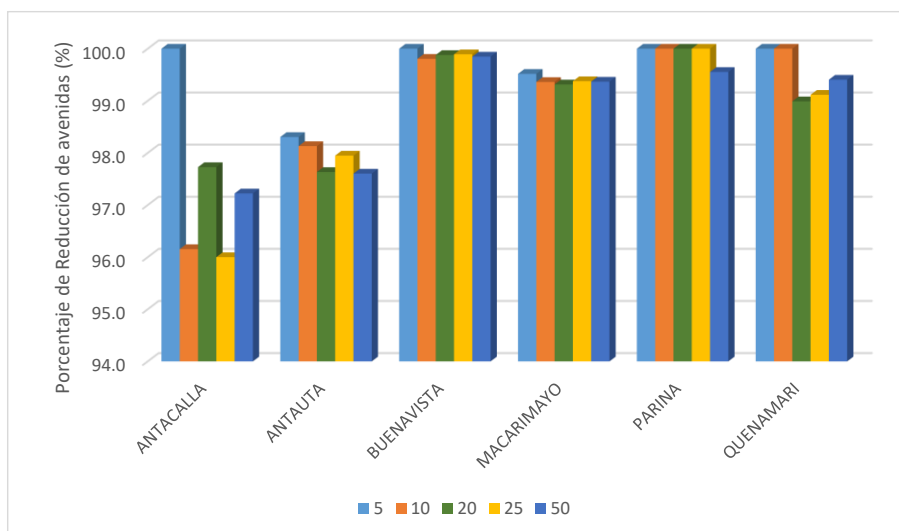


Figura IV-43: Comportamiento de reducción de avenidas – escenario 03.

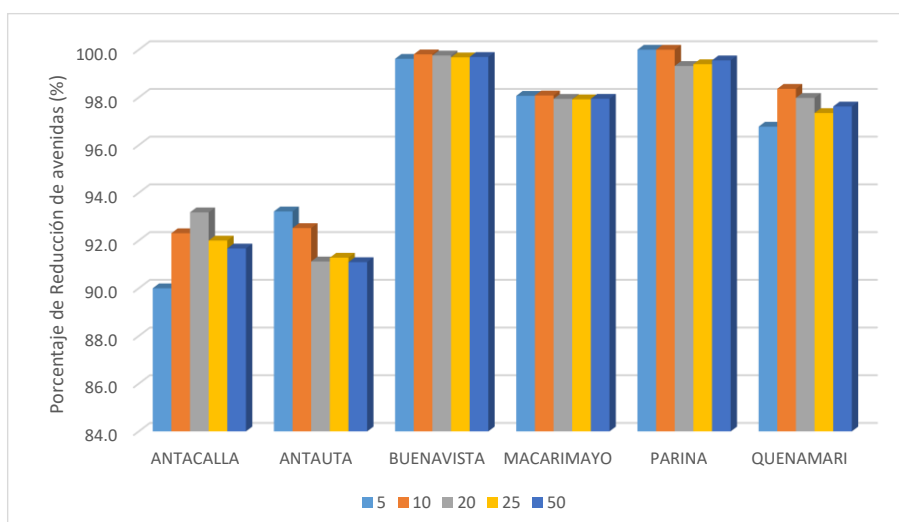


Figura IV-44: Comportamiento de reducción de avenidas– escenario 04.

De la Figura IV-42, del escenario 02, el embalse Buenavista, Quenamari y Parina tienen una reducción de avenidas casi constante con promedios de 99.1%, 98.6% y 91.9%, en cambio los embalses Antacalla, Antauta y Macarimayo, tienden a reducir su eficiencia de laminación de avenidas mientras el periodo de retorno aumenta.

En la Figura IV-43, del escenario 03, los embalses Buenavista, Macarimayo y Parina, conservan un comportamiento de reducción de avenidas en promedio de 99.9%, 99.4% y 99.8%, respectivamente, en cambio los embalses Antacalla, Antauta y Quenamari, tienen una variación considerable al momento de laminar las avenidas.

Cabe resaltar que el esquema planteado se tiene una particularidad que es la implementación de un sistema múltiple de embalses, en la sub cuenca del río Nuñoa conformado por los embalses Buenavista en la parte baja, Quenamari y Antacalla en la cabecera de la sub cuenca, el cual el embalse Buenavista se encargaría de minimizar las avenidas restantes de los embalses Quenamari y Antacalla.

4.9. Caudales máximos instantáneos en la cuenca del río Ramis.

Para tener una referencia en que influiría la implementación de embalses en la cabecera de la cuenca del río Ramis, se procede a realizar un análisis en la parte baja de la cuenca específicamente en la confluencia de los ríos Azangaro y Pucara donde nace el río Ramis, tanto para el escenario 02, 03 y el 04, a partir del cual tendríamos los siguiente Cuadro IV-50, con caudales tanto en situación actual como en situaciones futuras, con el porcentaje de reducción para cada periodo de retorno, y en la Figura IV-45 su variación según el periodo de retorno.

Cuadro IV-50: Caudales máximos instantáneos en la cuenca del río Ramis.

TR	CAUDALES PARA DIFERENTES TR (m ³ /s)				REDUCCIÓN DE AVENIDAS		
	Escenario 01	Escenario 02	Escenario 03	Escenario 04	Escenario 02	Escenario 03	Escenario 04
	Actual	Futuro 01	Futuro 02	Futuro 03	(%)	(%)	(%)
5	252.2	228.6	228.6	228.6	9.4	9.4	9.4
10	414.0	401.3	401.3	401.3	3.1	3.1	3.1
20	678.9	646.9	645.9	645.9	4.7	4.9	4.9
25	771.9	731.7	729.8	729.8	5.2	5.5	5.5
50	1142.2	1023.4	1018.2	1018.2	10.4	10.9	10.9
100	1580.4	1337.6	1326.8	1326.3	15.4	16.0	16.1
200	2046.1	1679.0	1654.8	1656.0	17.9	19.1	19.1
1000	3227.9	2575.1	2513.0	2544.1	20.2	22.1	21.2

Fuente: Elaboración propia.



Figura IV-45: Caudales máximos instantáneos en la cuenca del río Ramis.

Del Cuadro IV-50, se puede decir que el amortiguamiento de las avenidas realizadas por los seis embalses identificados en la cuenca del río Ramis, no es significativo puesto que solo se controlarían las avenidas de 3038.3 km² que equivale el 21.1% del área total de la cuenca del río Ramis, llegando solo a reducir la avenida para 50 años en un 10.4% en el escenario 02 y 10.9% en el escenario 03 y el comportamiento del escenario 04 es similar al del escenario 03.

4.10. Comportamiento hidráulico del río Ramis.

Una vez obtenido los cuales del río Ramis, se realizara un previo modelamiento hidráulico en algunos puntos del río Ramis, con fines de evaluar en cuanto variaría el tirante en el río, y cual sería a ventaja de la metodología propuesta si se lograra implementar.

Para realizar el modelamiento hidráulico, se toma en cuenta el estudio de Hidráulica Fluvial del río Ramis, realizado por el Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca realizado en el año 2012, además se considerara los parámetros hidráulicos propuestos en el estudio de hidráulica fluvial PELT el 2012, variando solamente el caudal obtenido en el presente proyecto de investigación, específicamente en la naciente del río Ramis.

La simulación hidráulica se realizó para el total del levantamiento topográfico, es decir 66,830.22 km, comprendiendo – de agua abajo hacia aguas arriba – desde la progresiva 0+000 (sección 1) hasta la progresiva 66+830.22 km (sección 135).

4.10.1. Premisas de simulación

Para la simulación hidráulica del río Ramis, se asumió las siguientes premisas:

- Sección: del levantamiento topográfico Fuente (PELT, 2012).
- Cota de fondo: la menor de las secciones Fuente (PELT, 2012).
- No hay movimiento de tierras en el cauce.

4.10.2. Caudales de diseño

La simulación se efectuó con los caudales máximos instantáneos de diseño obtenidos del modelamiento hidrológico en situación actual como en situación futura ($Q_{max-inst}$) para un único periodo de retorno de 25 años.

La simulación se realizó utilizando la información de caudales máximos instantáneos en diferentes tramos del río Ramis según el Cuadro IV-51.

Cuadro IV-51: Caudales máximos instantáneos para 25 años de periodo de retorno en el río Ramis.

ESCENARIO	SITUACION	Caudales Máximos Instantaneos para un periodo de retorno de 25 Años (m ³ /s)				
		Río Ramis abajo (1)	Río Ramis inicio (2)	Río Huancane (1)	Río Ramis confluencia Ramis - Huancane	Río tupin
1	ACTUAL	730.0	771.9	366.0	1137.9	41.9
2	FUTURO	730.0	731.7	366.0	1097.7	1.7
3	FUTURO	729.7	729.8	366.0	1095.8	0.1

Fuente: Elaboración propia.

(1) Información de análisis de frecuencia del "Estudio de Hidráulica Fluvial del Río Ramis, PELT, 2012)

(2) Información generada en el presente proyecto de investigación.

De los resultados obtenidos de la simulación hidráulica del río Ramis, se muestran detalladamente en el Anexo K y sus respectivas secciones en el Anexo L, de la Figuras IV-37 y IV-.38) podemos decir que existen tramos críticos con problemas de desbordes para un caudal máximo instantáneo con 25 años de periodo de retorno (caudal de diseño), y se detallan en el Cuadro IV-52 y IV-53.

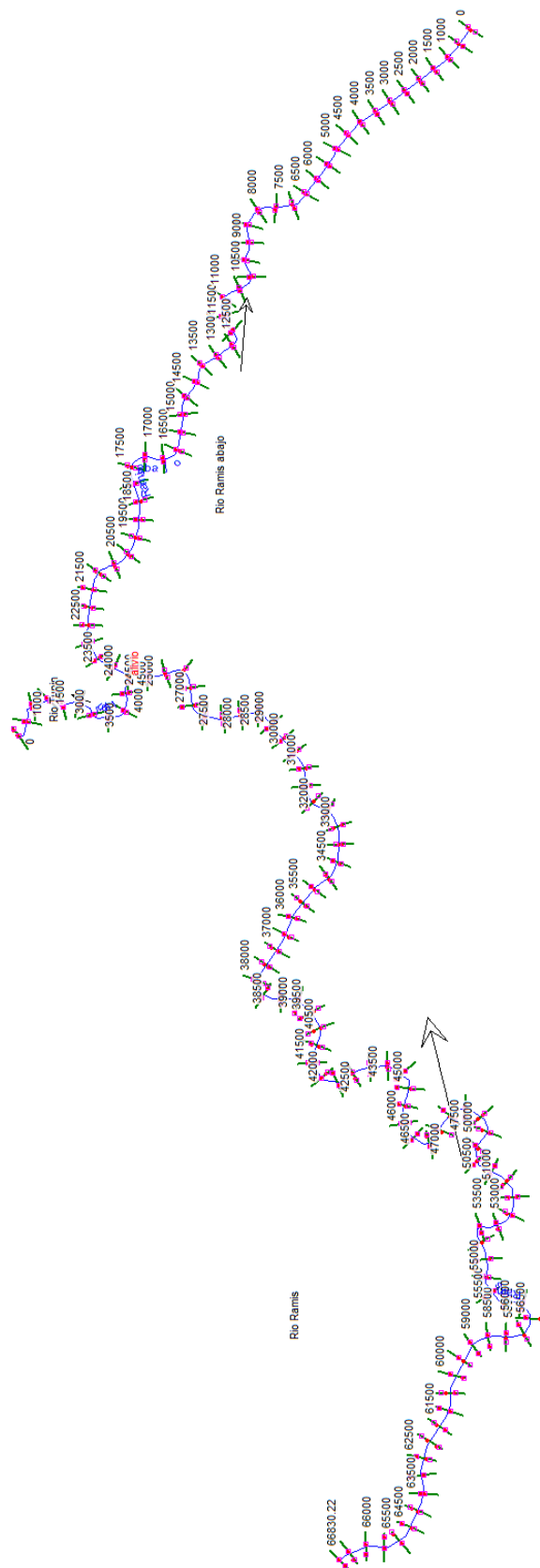


Figura IV-46: Tramo completo del río Ramis para la simulación hidráulica.

(Fuente estudio de hidráulica fluvial, PELT, 2012)

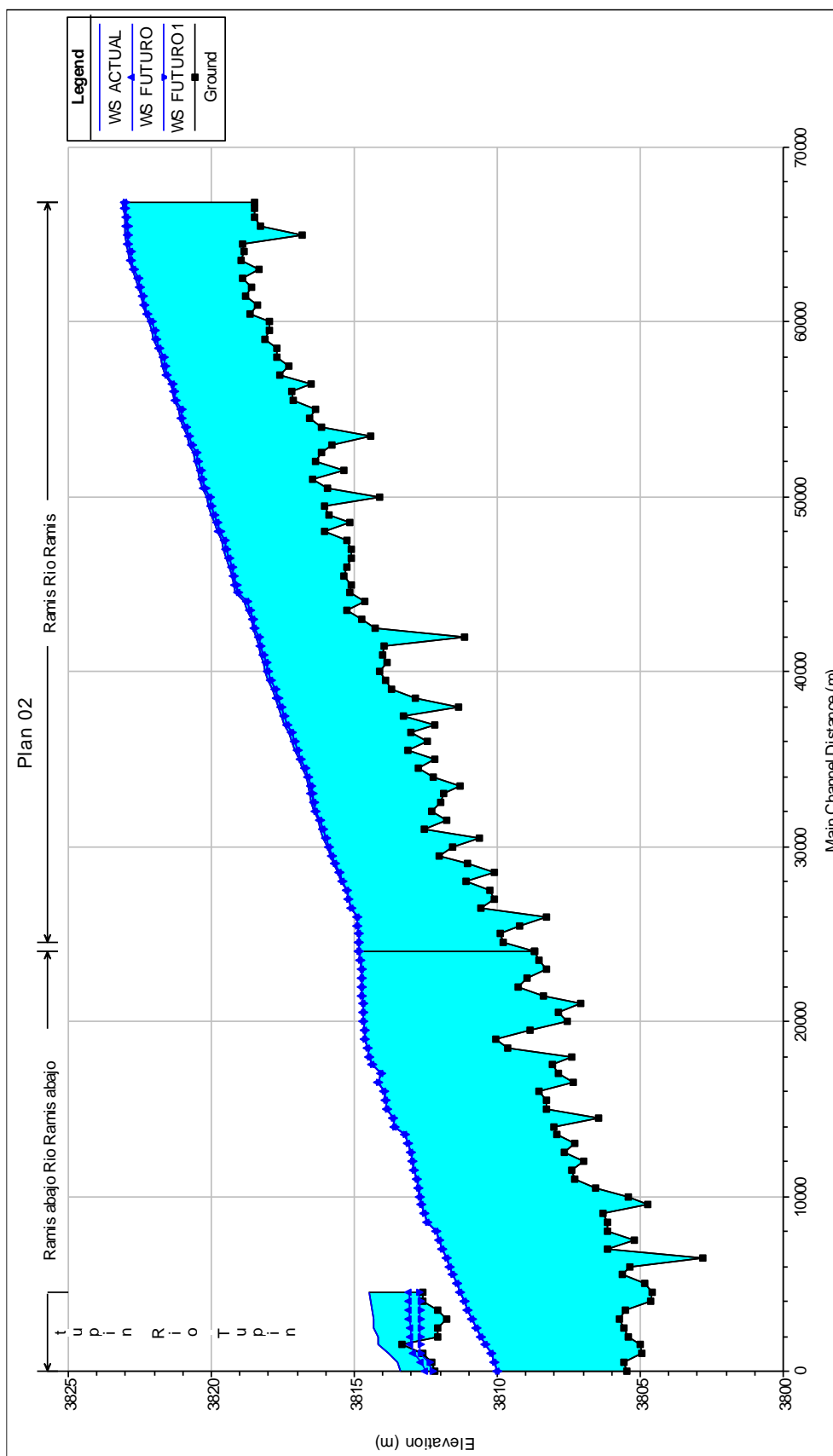


Figura IV-47: Perfiles hidráulicos de los caudales máximos instantáneos para 25 años de periodo de retorno en el río Ramis.

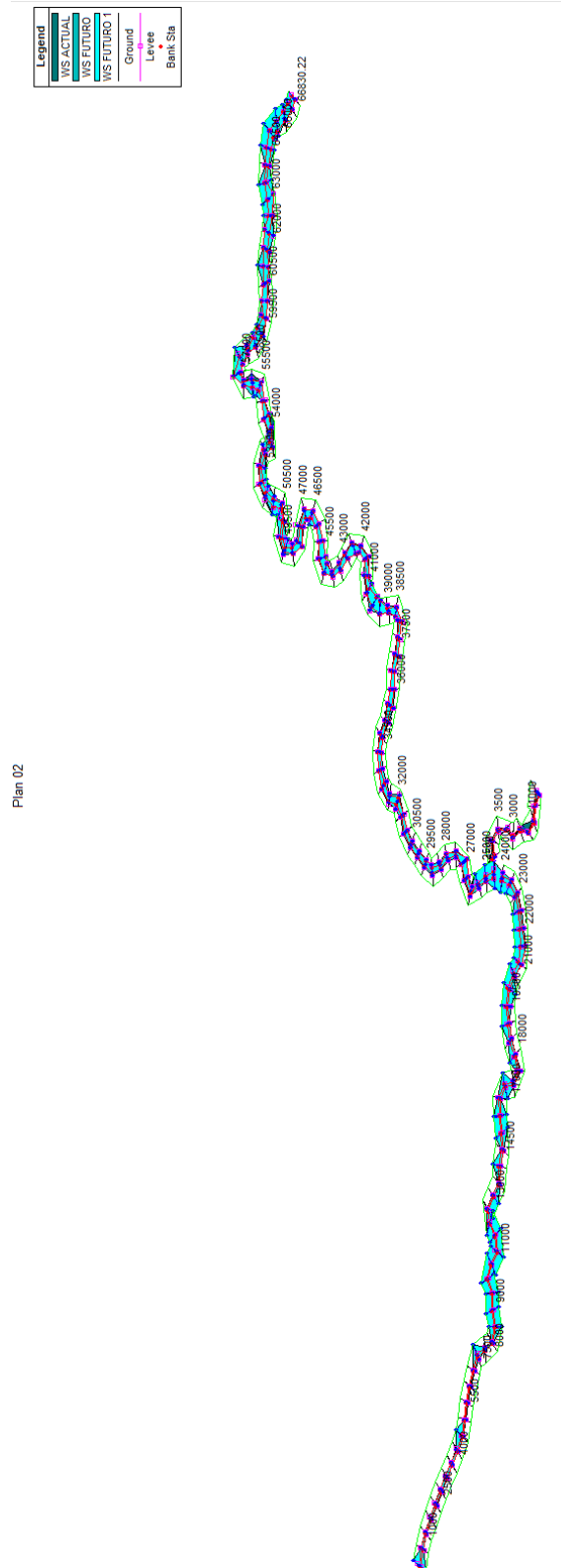


Figura IV-48: Perspectiva del tramo de simulación del río Ramis para 25 años de periodo de retorno.

Cuadro IV-52: Tramos críticos del río Ramis en los tres escenarios (1ra parte).

Sección Nro	Río	Tramo	Progresiva	Q Total (m3/s)			Cota nivel del Agua (msnm)			Tramos con desborde para TR=25 Años					
				Escen 01	Escen 02	Escen 03	Escen 01	Escen 02	Escen 03	Escenario 01		Escenario 02		Escenario 03	
										Actual	MD	Futura	MD	Futura	MD
135	Ramis	Río Ramis	66830.22	771.9	731.7	729.8	3823.12	3823.05	3823.04		x		x		x
134	Ramis	Río Ramis	66500	771.9	731.7	729.8	3823.08	3823.01	3823.01		x		x		x
133	Ramis	Río Ramis	66000	771.9	731.7	729.8	3823.04	3822.97	3822.96		x		x		x
132	Ramis	Río Ramis	65500	771.9	731.7	729.8	3823.01	3822.95	3822.94	x	x	x	x	x	x
131	Ramis	Río Ramis	65000	771.9	731.7	729.8	3823	3822.93	3822.93	x	x	x	x	x	x
130	Ramis	Río Ramis	64500	771.9	731.7	729.8	3822.98	3822.91	3822.91	x	x	x	x	x	x
129	Ramis	Río Ramis	64000	771.9	731.7	729.8	3822.9	3822.83	3822.83						
128	Ramis	Río Ramis	63500	771.9	731.7	729.8	3822.86	3822.79	3822.79	x	x	x	x	x	x
127	Ramis	Río Ramis	63000	771.9	731.7	729.8	3822.78	3822.71	3822.7		x		x		x
126	Ramis	Río Ramis	62500	771.9	731.7	729.8	3822.64	3822.57	3822.57		x		x		x
125	Ramis	Río Ramis	62000	771.9	731.7	729.8	3822.55	3822.48	3822.48						
124	Ramis	Río Ramis	61500	771.9	731.7	729.8	3822.46	3822.38	3822.38						
123	Ramis	Río Ramis	61000	771.9	731.7	729.8	3822.4	3822.32	3822.32		x		x		x
122	Ramis	Río Ramis	60500	771.9	731.7	729.8	3822.3	3822.23	3822.22						
121	Ramis	Río Ramis	60000	771.9	731.7	729.8	3822.18	3822.11	3822.1						
120	Ramis	Río Ramis	59500	771.9	731.7	729.8	3822.07	3822	3822						
119	Ramis	Río Ramis	59000	771.9	731.7	729.8	3822.01	3821.94	3821.94		x		x		x
118	Ramis	Río Ramis	58500	771.9	731.7	729.8	3821.9	3821.83	3821.82		x		x		x
117	Ramis	Río Ramis	58000	771.9	731.7	729.8	3821.76	3821.69	3821.69						
116	Ramis	Río Ramis	57500	771.9	731.7	729.8	3821.71	3821.64	3821.63		x		x		x
115	Ramis	Río Ramis	57000	771.9	731.7	729.8	3821.62	3821.55	3821.55						
114	Ramis	Río Ramis	56500	771.9	731.7	729.8	3821.43	3821.37	3821.37						
113	Ramis	Río Ramis	56000	771.9	731.7	729.8	3821.38	3821.31	3821.3		x				
112	Ramis	Río Ramis	55500	771.9	731.7	729.8	3821.31	3821.24	3821.24		x		x		x
111	Ramis	Río Ramis	55000	771.9	731.7	729.8	3821.12	3821.06	3821.06						
110	Ramis	Río Ramis	54500	771.9	731.7	729.8	3821.09	3821.03	3821.02						
109	Ramis	Río Ramis	54000	771.9	731.7	729.8	3820.97	3820.88	3820.87	x					
108	Ramis	Río Ramis	53500	771.9	731.7	729.8	3820.86	3820.77	3820.77						
107	Ramis	Río Ramis	53000	771.9	731.7	729.8	3820.76	3820.68	3820.67						
106	Ramis	Río Ramis	52500	771.9	731.7	729.8	3820.63	3820.55	3820.54						
105	Ramis	Río Ramis	52000	771.9	731.7	729.8	3820.56	3820.48	3820.48						
104	Ramis	Río Ramis	51500	771.9	731.7	729.8	3820.46	3820.38	3820.37						
103	Ramis	Río Ramis	51000	771.9	731.7	729.8	3820.42	3820.34	3820.33		x		x		x
102	Ramis	Río Ramis	50500	771.9	731.7	729.8	3820.32	3820.24	3820.23		x		x		x
101	Ramis	Río Ramis	50000	771.9	731.7	729.8	3820.16	3820.07	3820.07		x		x		x
100	Ramis	Río Ramis	49500	771.9	731.7	729.8	3820.1	3820.02	3820.01	x		x		x	
99	Ramis	Río Ramis	49000	771.9	731.7	729.8	3820	3819.91	3819.91	x		x		x	
98	Ramis	Río Ramis	48500	771.9	731.7	729.8	3819.87	3819.78	3819.78						
97	Ramis	Río Ramis	48000	771.9	731.7	729.8	3819.81	3819.72	3819.71						
96	Ramis	Río Ramis	47500	771.9	731.7	729.8	3819.64	3819.55	3819.55						
95	Ramis	Río Ramis	47000	771.9	731.7	729.8	3819.59	3819.5	3819.49						
94	Ramis	Río Ramis	46500	771.9	731.7	729.8	3819.49	3819.39	3819.39		x		x		x
93	Ramis	Río Ramis	46000	771.9	731.7	729.8	3819.37	3819.28	3819.28						
92	Ramis	Río Ramis	45500	771.9	731.7	729.8	3819.29	3819.2	3819.19						
91	Ramis	Río Ramis	45000	771.9	731.7	729.8	3819.24	3819.14	3819.14						
90	Ramis	Río Ramis	44500	771.9	731.7	729.8	3819.15	3819.06	3819.05						
89	Ramis	Río Ramis	44000	771.9	731.7	729.8	3818.85	3818.76	3818.75						
88	Ramis	Río Ramis	43500	771.9	731.7	729.8	3818.75	3818.66	3818.65						
87	Ramis	Río Ramis	43000	771.9	731.7	729.8	3818.62	3818.53	3818.52						
86	Ramis	Río Ramis	42500	771.9	731.7	729.8	3818.56	3818.47	3818.47						
85	Ramis	Río Ramis	42000	771.9	731.7	729.8	3818.43	3818.34	3818.34						
84	Ramis	Río Ramis	41500	771.9	731.7	729.8	3818.36	3818.27	3818.26						
83	Ramis	Río Ramis	41000	771.9	731.7	729.8	3818.28	3818.19	3818.18						
82	Ramis	Río Ramis	40500	771.9	731.7	729.8	3818.18	3818.08	3818.08	x		x		x	
81	Ramis	Río Ramis	40000	771.9	731.7	729.8	3818.1	3818	3818						
80	Ramis	Río Ramis	39500	771.9	731.7	729.8	3818.01	3817.92	3817.91						
79	Ramis	Río Ramis	39000	771.9	731.7	729.8	3817.87	3817.77	3817.76						
78	Ramis	Río Ramis	38500	771.9	731.7	729.8	3817.78	3817.68	3817.68						
77	Ramis	Río Ramis	38000	771.9	731.7	729.8	3817.65	3817.56	3817.55						
76	Ramis	Río Ramis	37500	771.9	731.7	729.8	3817.54	3817.44	3817.44						
75	Ramis	Río Ramis	37000	771.9	731.7	729.8	3817.42	3817.33	3817.32						
74	Ramis	Río Ramis	36500	771.9	731.7	729.8	3817.27	3817.18	3817.17						
73	Ramis	Río Ramis	36000	771.9	731.7	729.8	3817.18	3817.09	3817.08						
72	Ramis	Río Ramis	35500	771.9	731.7	729.8	3817.1	3817	3817						
71	Ramis	Río Ramis	35000	771.9	731.7	729.8	3816.95	3816.86	3816.85						
70	Ramis	Río Ramis	34500	771.9	731.7	729.8	3816.82	3816.73	3816.72						
69	Ramis	Río Ramis	34000	771.9	731.7	729.8	3816.69	3816.6	3816.6						

Cuadro IV-53: Tramos críticos del río Ramis en los tres escenarios (2da parte).

Sección Nro	Río	Tramo	Progresiva	Q Total (m3/s)			Cota nivel del Agua (msnm)			Tramos con desborde para TR=25 Años					
										Escenario 01		Escenario 02		Escenario 03	
				Escen 01	Escen 02	Escen 03	Escen 01	Escen 02	Escen 03	Actual		Futura		Futura	
				Actual	Futura	Futura	Actual	Futura	Futura	MI	MD	MI	MD	MI	MD
68	Ramis	Río Ramis	33500	771.9	731.7	729.8	3816.6	3816.51	3816.5						
67	Ramis	Río Ramis	33000	771.9	731.7	729.8	3816.57	3816.49	3816.48						
66	Ramis	Río Ramis	32500	771.9	731.7	729.8	3816.49	3816.4	3816.4						
65	Ramis	Río Ramis	32000	771.9	731.7	729.8	3816.43	3816.34	3816.34						
64	Ramis	Río Ramis	31500	771.9	731.7	729.8	3816.27	3816.19	3816.19						
63	Ramis	Río Ramis	31000	771.9	731.7	729.8	3816.2	3816.12	3816.11						
62	Ramis	Río Ramis	30500	771.9	731.7	729.8	3816.07	3815.99	3815.99						
61	Ramis	Río Ramis	30000	771.9	731.7	729.8	3815.96	3815.88	3815.88						
60	Ramis	Río Ramis	29500	771.9	731.7	729.8	3815.83	3815.76	3815.76						
59	Ramis	Río Ramis	29000	771.9	731.7	729.8	3815.74	3815.68	3815.68						
58	Ramis	Río Ramis	28500	771.9	731.7	729.8	3815.59	3815.54	3815.53						
57	Ramis	Río Ramis	28000	771.9	731.7	729.8	3815.49	3815.44	3815.44						
56	Ramis	Río Ramis	27500	771.9	731.7	729.8	3815.28	3815.24	3815.24						
55	Ramis	Río Ramis	27000	771.9	731.7	729.8	3815.22	3815.19	3815.18						
54	Ramis	Río Ramis	26500	771.9	731.7	729.8	3815.12	3815.1	3815.1						
53	Ramis	Río Ramis	26000	771.9	731.7	729.8	3814.91	3814.91	3814.91						
52	Ramis	Río Ramis	25500	771.9	731.7	729.8	3814.9	3814.9	3814.9	x		x			
51	Ramis	Río Ramis	25000	771.9	731.7	729.8	3814.86	3814.86	3814.86	x		x		x	
50	Ramis	Río Ramis	24500	771.9	731.7	729.8	3814.85	3814.85	3814.85	x	x	x	x	x	x
49	Ramis abajo	Río Ramis abajo	24000	771.9	730	729.7	3814.83	3814.83	3814.83		x		x		x
48	Ramis abajo	Río Ramis abajo	23500	771.9	730	729.7	3814.82	3814.82	3814.82		x		x		x
47	Ramis abajo	Río Ramis abajo	23000	771.9	730	729.7	3814.75	3814.75	3814.75						
46	Ramis abajo	Río Ramis abajo	22500	771.9	730	729.7	3814.75	3814.75	3814.75		x		x		x
45	Ramis abajo	Río Ramis abajo	22000	771.9	730	729.7	3814.74	3814.74	3814.74		x		x		x
44	Ramis abajo	Río Ramis abajo	21500	771.9	730	729.7	3814.73	3814.73	3814.73		x		x		x
43	Ramis abajo	Río Ramis abajo	21000	771.9	730	729.7	3814.71	3814.71	3814.71		x		x		x
42	Ramis abajo	Río Ramis abajo	20500	771.9	730	729.7	3814.68	3814.68	3814.68		x		x		x
41	Ramis abajo	Río Ramis abajo	20000	771.9	730	729.7	3814.68	3814.68	3814.67	x	x	x	x	x	x
40	Ramis abajo	Río Ramis abajo	19500	771.9	730	729.7	3814.65	3814.65	3814.65		x		x		x
39	Ramis abajo	Río Ramis abajo	19000	771.9	730	729.7	3814.62	3814.62	3814.62		x		x		x
38	Ramis abajo	Río Ramis abajo	18500	771.9	730	729.7	3814.53	3814.53	3814.53						
37	Ramis abajo	Río Ramis abajo	18000	771.9	730	729.7	3814.5	3814.5	3814.5		x		x		x
36	Ramis abajo	Río Ramis abajo	17500	771.9	730	729.7	3814.4	3814.4	3814.4						
35	Ramis abajo	Río Ramis abajo	17000	771.9	730	729.7	3814.07	3814.07	3814.07						
34	Ramis abajo	Río Ramis abajo	16500	771.9	730	729.7	3814.15	3814.15	3814.15	x	x	x	x	x	x
33	Ramis abajo	Río Ramis abajo	16000	771.9	730	729.7	3813.98	3813.98	3813.98						
32	Ramis abajo	Río Ramis abajo	15500	771.9	730	729.7	3813.91	3813.91	3813.91	x		x		x	
31	Ramis abajo	Río Ramis abajo	15000	771.9	730	729.7	3813.88	3813.88	3813.88	x	x	x	x	x	x
30	Ramis abajo	Río Ramis abajo	14500	771.9	730	729.7	3813.63	3813.63	3813.63						
29	Ramis abajo	Río Ramis abajo	14000	771.9	730	729.7	3813.57	3813.57	3813.57		x		x		x
28	Ramis abajo	Río Ramis abajo	13500	771.9	730	729.7	3813.23	3813.23	3813.23						
27	Ramis abajo	Río Ramis abajo	13000	771.9	730	729.7	3813.13	3813.13	3813.12	x		x		x	
26	Ramis abajo	Río Ramis abajo	12500	771.9	730	729.7	3813.02	3813.02	3813.02	x		x		x	
25	Ramis abajo	Río Ramis abajo	12000	771.9	730	729.7	3812.97	3812.97	3812.97	x	x	x	x	x	x
24	Ramis abajo	Río Ramis abajo	11500	771.9	730	729.7	3812.91	3812.91	3812.91	x	x	x	x	x	x
23	Ramis abajo	Río Ramis abajo	11000	771.9	730	729.7	3812.83	3812.83	3812.83	x	x	x	x	x	x
22	Ramis abajo	Río Ramis abajo	10500	771.9	730	729.7	3812.78	3812.78	3812.78	x	x	x	x	x	x
21	Ramis abajo	Río Ramis abajo	10000	771.9	730	729.7	3812.72	3812.72	3812.72	x	x	x	x	x	x
20	Ramis abajo	Río Ramis abajo	9500	771.9	730	729.7	3812.65	3812.65	3812.65	x	x	x	x	x	x
19	Ramis abajo	Río Ramis abajo	9000	771.9	730	729.7	3812.57	3812.57	3812.57	x	x	x	x	x	x
18	Ramis abajo	Río Ramis abajo	8500	771.9	730	729.7	3812.46	3812.46	3812.46	x	x		x		x
17	Ramis abajo	Río Ramis abajo	8000	771.9	730	729.7	3812.12	3812.12	3812.12						
16	Ramis abajo	Río Ramis abajo	7500	771.9	730	729.7	3812.01	3812.01	3812.01						
15	Ramis abajo	Río Ramis abajo	7000	771.9	730	729.7	3811.95	3811.95	3811.94		x		x		x
14	Ramis abajo	Río Ramis abajo	6500	771.9	730	729.7	3811.76	3811.76	3811.76						
13	Ramis abajo	Río Ramis abajo	6000	771.9	730	729.7	3811.67	3811.67	3811.67						
12	Ramis abajo	Río Ramis abajo	5500	771.9	730	729.7	3811.55	3811.55	3811.55						
11	Ramis abajo	Río Ramis abajo	5000	771.9	730	729.7	3811.42	3811.42	3811.42						
10	Ramis abajo	Río Ramis abajo	4500	771.9	730	729.7	3811.3	3811.3	3811.3		x		x		x
9	Ramis abajo	Río Ramis abajo	4000	771.9	730	729.7	3811.15	3811.15	3811.15						
8	Ramis abajo	Río Ramis abajo	3500	771.9	730	729.7	3811.02	3811.02	3811.02						
7	Ramis abajo	Río Ramis abajo	3000	771.9	730	729.7	3810.86	3810.86	3810.86						
6	Ramis abajo	Río Ramis abajo	2500	771.9	730	729.7	3810.73	3810.73	3810.73						
5	Ramis abajo	Río Ramis abajo	2000	771.9	730	729.7	3810.6	3810.6	3810.6						
4	Ramis abajo	Río Ramis abajo	1500	771.9	730	729.7	3810.4	3810.4	3810.4						
3	Ramis abajo	Río Ramis abajo	1000	771.9	730	729.7	3810.23	3810.23	3810.23						
2	Ramis abajo	Río Ramis abajo	500	771.9	730	729.7	3810.09	3810.09	3810.09						
1	Ramis abajo	Río Ramis abajo	0	771.9	730	729.7	3809.99	3809.99	3809.99	x	x	x	x	x	x

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

5.1.1. Sobre efecto de los embalses en el control de avenidas.

- En el presente estudio de investigación se han implementado 04 escenarios, uno actual y tres futuros, con el fin de analizar el comportamiento de los seis embalses planteados. En la situación actual solo se analiza los caudales generados en máximas avenidas por la cuenca del río Ramis (sin regulación), en el escenario 02 se plantean seis embalses a máxima capacidad de operación (embalses con Volumen al 100 %), en el escenario 03 se plantea los mismos seis embalses con un volumen útil al 50 % de su capacidad de operación, y en el escenario 04 se plantea un porcentaje de reducción de la capacidad del embalse debido a pérdidas por evaporación, buscando cumplir con una función multipropósito, con fines de prevención o quizás la implementación de sistemas de alerta temprana.
- A consecuencia del modelamiento realizado tanto en situación actual (Escenario 01) y tres situaciones futuras (Escenario 02, 03 y 04), en estos últimos en distintas situaciones en la variación de su volumen de los embalses, entonces, el comportamiento de la reducción de avenidas por los seis embalses propuestos en la cabecera de la cuenca del río Ramis, llegaría a reducir los caudales de avenidas en la parte baja de la cuenca (Inicio Río Ramis) para diferentes periodos de retorno de la siguiente manera: para TR=25 Años Escenario 01 (actual) 771.9 m³/s que representa un volumen de 93.9 hm³, Escenario 02 (Futuro V=100%) 731.7 m³/s con 85.1 hm³, Escenario 03 (futuro V=50%) 729.8 m³/s con 83.7 hm³, y para Escenario 04 (Futuro V=variable) 729.8 m³/s con 84.1 hm³.

- El embalse Buenavista, con un área de cuenca de 1836.9 km², y representa un 12.7 % de área en la cuenca regulada del río Ramis, presenta el mayor porcentaje de reducción de avenidas, debido a su extenso espejo de agua que según su curva área volumen tiene una capacidad de almacenamiento alto, además otro factor importante a este comportamiento es la presencia de dos embalses (Quenamari y Antacalla) en la parte alta de su sub cuenca, su porcentaje promedio de reducción de avenida para los periodos de retorno de 25 años en el escenario 02 es 99.0% con un volumen de 5,600,100 m³, en el escenario 03 es 99.9% con 5,587,000 m³ y en el escenario 04 tenemos 99.7% con 5,641,200 m³ logrando reducir casi en su totalidad una avenida.
- Por otra parte el embalse Parina con un área de cuenca regulada de 240.1 km² que representa el 1.7% de área en la cuenca del río Ramis, es el segundo que tiene mejor capacidad de reducir las avenidas, esto debido a su capacidad topográfica de almacenar volúmenes considerables, su porcentaje de reducción de avenida para un periodo de retorno de 25 años en el escenario 02 es 98.8% con 7,609,00 m³, en el escenario 03 es 100% con 847,300 m³ y en el escenario 04 es 99.4% con 833,400 m³, siendo una opción para usar este embalse con una función multipropósito, tanto para el uso agrícola, poblacional, o como prevención de avenidas a las poblaciones aguas abajo del mismo.
- Seguidamente, los embalses Macarimayo y Quenamari con 371.1 km² y 197.3 km² de cuenca colectora, representan el 2.6% y 1.4% de área en la cuenca del río Ramis, tienden a reducir su capacidad de reducción de avenidas, según el periodo de retorno de 25 años, su porcentaje de reducción de avenida en el escenario 02 es 91.7% con 1,251,700 m³ y 92.9% con 248,200 m³ y en el escenario 03 es 99.4% con 2,484,400 m³ y 99.1% con 521,300 m³ para ambos embalses, en cambio en el escenario 04 es 97.9% con 2,174,400 m³ y 97.3% con 429,200 m³, respectivamente.
- Los embalses Antacalla y Antauta con 125.5 km² y 267.4 km² de cuenca colectora, representan el 0.9 % y 1.9 % de área en la cuenca del río Ramis, son los que tiene la menor capacidad de reducción de avenidas, cuando estos están a su máxima capacidad con valores para TR = 25 años de: en el escenario 02 tenemos 76.0% con 6,900 m³ y 73.3% con 52,800 m³, por debajo de los 90%, en cambio,

en el escenario 03 tenemos 96.0% con 150,700 m³ y 97.9% con 817,700 m³, en el escenario 04 tenemos 92.0% con 78,500 m³ y 91.3% con 401,700 m³ recuperando en estos dos últimos escenarios la capacidad de atenuación de las avenidas, lo que nos indica que en estos embalses cuando ocurra un evento extremo, es necesario no tenerlos a su máxima capacidad.

- El amortiguamiento de los embalses Antacalla, Antauta, Buenavista, Macarimayo, Parina y Quenamari que representan el 21.1% como área regulada de la cuenca del río Ramis, entonces tendríamos, para un periodo de retorno de 25 años, en el escenario 02 solo se lograría reducir las avenidas en 5.2%, que representa un volumen de 8,773,000 m³, respectivamente, en el escenario 03 se lograría reducir en 5.5%, que representa un volumen de 10,198,100 m³ y en el escenario 04 tendríamos 5.5%, con un volumen de 9,859,200 m³ en este último los escenarios 03 y 04 tienen un resultado similar del comportamiento en la naciente del río Ramis, lo que demuestra que no es mucha la diferencia que al momento de una avenida los embalses se encuentren a la mitad de su capacidad y con un porcentaje de variación del volumen a causa de la operación del embalse.

5.1.2. Sobre la respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis.

- En el escenario 02, la respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis en su naciente, se define de la siguiente manera: para TR=5 años se tiene un porcentaje de reducción de avenidas del 9.4%, que reduce notablemente en los 10, 20 y 25 años de periodo de retorno con valores de 3.1%, 4.7% y 5.2%, lo que se podría decir que en los primeros 25 años de periodo de retorno se pueden presentar reducciones de caudales de avenidas con valores entre 3.1% a 9.4%; por otra parte, a partir de los TR=50 años se tendría una reducción de avenidas del 10.4% y de ahí en adelante se incrementaría ascendentemente.
- En el escenario 03, la respuesta hidrológica de la cuenca del río Ramis en su naciente, se define de la siguiente manera: para TR=5 años y TR=10 años se tiene un porcentaje de reducción de avenidas igual al escenario 02 de 9.4% y 3.1%, que reduce notablemente en los 20, 25 y 50 años de periodo de retorno con valores de 4.9%, 5.5% y 10.9%, lo que se podría decir que en los primeros 50 años de periodo de retorno se pueden presentar reducciones de caudales de avenidas con valores entre 3.1% a 10.9%.

- En el escenario 04, el porcentaje de reducción en la cuenca del río Ramis es similar al del escenario 03, lo que demuestra que, no es necesario que los embalses se encuentren a la mitad de su capacidad para atenuar la misma cantidad de avenidas que en el escenario 03.

5.1.3. Sobre el comportamiento hidráulico del río Ramis.

- Se ha llevado a cabo un modelamiento hidráulico preliminar del río Ramis en todo su tramo, para un periodo de retorno de 25 años, a partir del cual se tendría una reducción de caudal de 771.9 m³/s, 731.7 m³/s y 729.8 m³/s por cada escenario, con una diferencia de 40.2 m³/s y 42.1 m³/s, que fueron simulados hidráulicamente, obteniendo que el tirante se reduce mínimamente entre 0 a 11 centímetros, lo que, solo evita el desborde del río en los tramos 56+000, 54+000 y 25+500, es necesario resaltar que en la mayoría de progresivas que ocurren desborde es por centímetros, problema que se solucionaría con una limpieza del cauce.
- Se podría concluir que el grado de atenuación en 25 años de periodo de retorno en el tirante del río Ramis no es significativo para las premisas asumidas en el presente trabajo de investigación, debido a que la cuenca del río Ramis es extensa y el área regulada cubierta por los embalses no es significativa para un cambio en las avenidas en el río Ramis.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar identificación de embalses de atenuación o retardo de la onda de avenida en zonas medias de la cuenca del río Ramis.
- Se recomienda establecer un plan integral tanto de aprovechamiento hídrico, como de prevención de eventos extremos en la cuenca del río Ramis, dimensionando los embalses adecuadamente y establecer reglas de operación con fines de atenuación de avenidas.
- Es necesario implementar estudios de macrozonificación ecológica económica con fines de obtener mapas de grupos hidrológicos de suelos definidos, así como mapas de usos de suelos definidos y con escalas adecuadas, especialmente relacionados a las últimas tendencias en modelamiento hidrológico de cuencas con sistemas de información geográfica, para realizar modelamientos distribuidos.
- Es necesario evaluar otras alternativas de control de avenidas en la cuenca del río Ramis, una de estas podrían ser el control de avenidas mediante la reforestación de áreas los cuales se podrían incluir en el cálculo del numero curva.
- Es necesario evaluar con mayor detalle el modelamiento hidráulico del río Ramis y su influencia con la Laguna Arapa.

CAPITULO VI

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Alfaro Abanto, T. (2010), "Tratamiento del cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca Chicama", Lima, Dirección de estudios y proyectos hidráulicos ANA.
2. Aliaga Araujo, S. V. (1985), "Hidrología Estadística", Publicación s/n, Lima.
3. Aparicio M. Francisco, (1992), "Fundamentos de Hidrología de Superficie", México. Editorial Limusa.
4. Brunner Gary W., CEIWR-HEC, (2010), "HEC-RAS River Analysis System User's Manual", US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.
5. Camilo B., (2005), "Manual para el uso del modelo hidrológico HEC-HMS", Departamento Ingeniería Hidrometeorológica. Facultad Ingeniería - UCV, Venezuela.
6. Carrasco F., Javier (2005), "Dimensionamiento y Optimización de Obras Hidráulicas", España Servicio de publicaciones colegio ICCP.
7. Chavarri, V. E., (2005), Separatas del curso de Modelos matemáticos en Hidrología y Simulación hidrológica, Perú, UNALM - Recursos Hídricos.
8. Chereque Morán, W. (1989), "Hidrología Para Estudiantes de Ing. Civil". Lima - Perú. Universidad Católica del Perú. Segunda Edic, CONCYTEC.
9. Chow Ven Te, (1994), "Hidrología Aplicada", Bogotá, Mc. Graw Hill.
10. Chow Ven Te, (1994), "Hidráulica de canales abiertos", México, Editorial Diana.
11. Dal-Ré T., Rafael, (2003), "Pequeños embalses de uso agrícola", Mundi Prensa Libros S.A., España.

12. Escalante S., Carlos, (2002), "Técnicas Estadísticas en Hidrología", Universidad Nacional de México.
13. Instituto Nacional de Defensa Civil, (2006), "Manual Básico para la Estimación del Riego", Lima, Perú. INDECI.
14. Llanos, Yague, (2003), "Dam Maintenance & Rehabilitation", Madrid Editorial Swets.
15. Linsley, Kohler, Paulus (1977), "Hidrología para Ingenieros", Bogota, Colombia. Editorial Mcgraw-Hill Latinoamericana, S.A.
16. López J., García J., Begueria S., 2003, "Efecto de los embalses en el control de avenidas en el Pirineo Central Español", Geographicalia
17. Matthew J. Fleming, James H. Doan, (2010), "HEC-GeoHMS Geospatial Hydrologic Modeling Extension, User's Manual", US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.
18. Monsalve S. German., "Hidrología en la Ingeniería", México. Editorial ALFAOMEGA.
19. Paoli Marcos, "Gestión de Inundaciones, Medidas de Intervención y Plan de Gestión", Consultado el 05 de agosto del 2013, www.apfm.info/pdf/peru_workshop/07_whole_range_of_flood_management.pdf
20. Paulet, M. (1974). Análisis de Frecuencias de Fenómenos en Hidrología. DRAT.
21. PELT (2001), "Macrozonificación Ecológica económica del Sistema TDPS", Puno, Perú, ex INADE, Ministerio de Agricultura y Riego MINAGRI.
22. PELT (2012), "Estudio de Hidráulica fluvial del río Ramis", Puno, Perú, Ministerio de Agricultura y Riego, MINAGRI.
23. Ramos T., C. Leonidas. (2009), "Modelamiento Hidráulico de Ríos con HEC-RAS", Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM.
24. Scharffenberg William A., (2013), "Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual", US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.
25. Secretaria de agricultura y Recursos Hidricos, (1977), "Recursos Hidráulicos", Vol.VI, SERH, México.

26. Solis B. H. (1993), "Modelación Hidrológica e Hidráulica para el control de Inundaciones en Centro América", Catie, Turrialba.
27. Teasley, Rebecca. (2005), "Curso - Taller de Arc Hydro", Center for Research in Water Resource, The University of Texas at Austin, EEUU.
28. Universidad Nacional de Ingeniería, "Desarrollo, Macrozonificación e Inundaciones", Lima, Perú, UNI.
29. Universidad Nacional de San Marcos (2009), "Adaptación De La Normas De La American Psychological Association (APA) En La Elaboración De Documentos Académicos", Lima, Perú.
30. Vásquez V. Absalón, (2012), "Cosecha de agua de lluvia en laderas semiáridas de la sierra y su impacto en el proceso de desertificación y cambio climático", 1ra edición, Lima.
31. Villagrán De León, J. C., (2004), "Inundaciones: Lineamientos generales para su manejo" Guatemala, Editorial CINDEM-VILLATEC.
32. Villón Béjar, M. (2009), "HEC - RAS: Ejemplos", Ediciones MaxSoft, Lima.
33. Villón Béjar, M. (2008), "HEC -HMS: Ejemplos", Ediciones MaxSoft, Lima.
34. Video de Noticiero Enlace Nacional de fecha jueves 04 de febrero del 2010, <http://enlacenacional.com/2010/02/04/inundaciones-en-puno-cobran-su-cuarta-victima-mortal/>).

CAPITULO VII

VII. ANEXOS

7.1. Anexo A: Precipitación máxima en 24 horas.

AÑO	ESTACIONES METEOROLOGICAS - PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hr																			
	Ananea	Arapa	Ayaviri	Azangaro	Chuquibambilla	Crucero	Huancane	Juliacca	Lampa	Llalli	Macusani	Muñani	Nuñoa	Pampahuta	Progreso	Pucará	Putina	Santa Rosa	Sicuani	Taraco
1964		32.0				31.5	48.0	42.0	26.0	25.0	37.0		23.2	24.9	31.7	19.1	18.0	31.0		24.6
1965	15.0	27.6	38.5	54.5		31.8	35.0	29.0	41.0	27.0	30.5	30.3	42.0	35.2	28.4	37.8	28.9			43.4
1966	18.0	21.5	25.5	24.8		18.9	49.0	29.2	21.0	22.1	26.7	35.1	27.0	22.5	22.5	32.2	36.7			29.0
1967	29.4	26.2	27.0	28.8		22.0	54.2	48.2	36.1	41.5	21.0	45.4	30.2	28.2	28.5	34.1	30.5	24.0		31.0
1968	22.0	26.5	23.5	14.9		38.0	35.4	38.0	22.9	28.5	25.0	27.3	27.3	32.5	22.4	25.9	35.0	31.5		43.0
1969		19.5	27.7	22.5		30.2	31.2	24.3	38.7	30.0	25.3	26.2	29.0	45.7	25.8	15.1	43.0	36.5		25.4
1970		36.0	23.0	36.4	29.3	35.2	47.5	28.4	32.5	45.0	24.5	35.2	39.0	33.3	27.1	29.8	38.1	60.5		25.6
1971	16.1	27.0	29.2	62.9	32.4	54.3	44.0	51.3	24.5	26.0	25.2	31.0	34.0	33.6	42.5	34.5	43.8	37.3		31.8
1972	16.2	33.5	26.2	28.4	27.1	36.1	35.0	36.2	41.3	25.0	24.6	17.2	26.3	35.4	34.1	29.4	30.0	43.8		33.3
1973	22.6	34.1	22.9	41.8	37.1	72.9	39.5	25.2	38.8	29.0	25.2	24.2	28.3	31.4	38.3	37.9	43.4	37.1		27.0
1974	14.0	31.0	22.8	28.5	57.6	41.9	39.0	30.0	35.8	35.0	34.0	23.2	19.4	33.1	17.4	26.9	30.9	33.0		28.3
1975	15.4	28.5	31.3	47.8	29.3	25.7	36.0	25.2	31.5	26.5	26.5	18.8	18.1	26.2	19.8	39.3	16.7	36.8		28.0
1976	14.6	30.2	25.0	22.8	24.7	45.2	21.0	21.5	30.0	37.0	25.9	16.7	32.5	35.2	34.9	37.6	28.4	30.9		35.0
1977	18.3	31.6	16.0	28.6	25.3	34.4	34.1	37.4	35.0	40.0	24.6	30.4	20.7	27.0	30.0	43.7	43.2	47.2		36.6
1978	15.6	26.8	29.4	48.8	43.7	43.2	45.2	34.0	44.0	36.6	30.0	41.8	22.5	34.0	37.0	38.6	32.7	39.1		31.3
1979	16.8	26.6		23.3	29.7	54.2	36.8	25.7	26.4	26.7	26.0	52.2	20.7	31.8	20.2	33.5	35.7			24.0
1980	16.5	31.8		21.9	26.9	45.4	32.4	30.3	40.0	22.0		25.8	25.3	36.5	22.0	25.5	26.6			20.0
1981	14.6	41.0		34.1	46.6	46.7	42.2	26.0	49.0			30.3	17.2	45.3	27.5	37.3	52.2			24.2
1982	24.5	28.6	42.7		26.0	37.8	38.2	49.0	64.0			27.5	31.6	22.9	27.2	40.7	38.3			28.0
1983	12.2	36.9	38.5			39.3	21.2	26.5				17.6	13.2	30.4	19.1	23.9	32.0			25.0
1984	26.7	50.2		25.5	41.6	36.0	46.6	52.0	50.4			40.4	25.9	43.6		43.4	33.4			39.5
1985	19.1	38.9		30.1	25.5	51.1	42.2	36.7	48.3			23.6	29.5	32.6		28.7	36.3			49.5
1986	19.3	28.0	30.5		26.8	51.0	39.4	38.6	37.0			27.6	21.4	35.7	28.5	27.6	30.2			53.0
1987	14.0		33.4	30.0	35.8	39.1	58.0	38.8	36.6			24.3	17.1	25.2	44.6	33.8	33.2	25.4		40.0
1988	11.6	48.5	36.2		31.3	37.4	52.4	33.0	35.7			27.7	20.2	32.4	21.5	36.0	25.8			31.5
1989	16.0	27.8	26.0		25.7	45.2	35.2	33.0	22.2			26.6	38.4	34.3	38.1	33.1	21.2			36.0
1990	15.2	34.4	40.2	44.0	27.4	45.0	23.8	20.0	30.3			31.0	35.1	27.1	25.0	33.4	26.7	27.8		48.1
1991	17.3	28.6	52.2		42.2	38.7	58.0	35.0	28.8			28.3	23.8	32.1	24.8	33.1	33.0	31.9	21.8	26.8
1992	13.5	53.6	43.8	35.8	35.7	70.7	48.5	22.0	39.3			31.0		36.6		29.4	26.0	14.5	27.4	43.0
1993	12.1	53.3		27.0	38.3	24.0	34.2	50.0	29.9	38.2	21.2	20.8		36.3	22.7	38.2	36.4	22.5	30.4	20.4
1994	18.6	24.0	35.5	37.8	35.0	52.3	68.7		35.2	29.0	27.5	24.5		37.3	30.2	35.9	28.0	24.5	24.5	34.2
1995	18.2	25.4	26.0	52.9	29.0	37.5	35.0		24.7	28.1		26.0		25.4	34.2	26.0		42.1	27.0	66.4
1996	22.4	24.3	31.6	29.2	24.2	30.1	51.6		42.7	41.0		29.2		39.8	30.0	46.6	46.1	29.0	40.6	22.4
1997	16.2	26.0	45.9	27.8	36.2	35.0	35.6		31.4	37.7		38.2		42.3	37.4	32.4	46.5	35.1	40.5	52.2
1998	18.0	49.6	43.2	25.8	28.0	34.8	54.5		32.8	36.2		21.8		38.0	28.0	37.0	44.5	36.8	28.8	55.8
1999	19.2	30.3	34.7	30.3	26.5	71.3	45.0		32.7	42.3	57.0	30.2		38.6	26.2	22.6	31.6	35.0	24.8	23.6
2000	25.2	27.7	43.4			18.5	28.4		33.4	28.6		20.7		34.4	22.4	28.6	37.7	30.3	25.8	26.0
2001	23.6	33.6	25.8	58.8	52.7	31.7	29.7	35.9	28.1	27.7	30.0	32.7		49.9	30.5	68.0	31.1	34.5	36.0	28.0
2002	23.8	35.6	32.0	61.8	25.3	37.8	32.0	63.3	36.9	26.2	29.5	20.4		47.9	41.2	40.2	29.0	24.5	34.6	20.4
2003	32.0	40.0	41.7	61.9	47.8	39.4	39.2		36.7	21.2	32.0	29.6		36.4	29.8	40.5	43.5	31.9	30.4	24.6
2004	31.0	40.8	36.7	22.4	41.6	21.7	35.9		43.8	24.6	31.0	32.2		40.0	26.2	76.4	37.9	25.7	34.1	43.0
2005	24.0	30.0	34.5	29.6	34.1	17.6	26.4		49.6	30.8	24.0	30.1		43.3	42.6	55.6	26.2	28.3	44.4	64.0
2006	47.5	22.4	38.5	25.2	38.8	22.4	31.6		27.1	29.7	47.5	29.2		33.1	25.0	47.8	29.8	43.5	29.8	48.8
2007	23.0	31.2	32.9	29.0	27.9	22.0	34.6		35.6	41.1	23.0	22.2		33.0	28.4	25.7	20.5	26.7	28.8	46.8
2008	32.0	39.2	37.9	29.7	36.2	23.7	43.9	45.0	34.7	41.6	40.0	33.4		38.6	46.0	23.0	30.8	25.0	31.3	28.6
2009	23.0	35.1	39.5	33.9	26.6	26.4	25.3	33.8	54.7	26.8	29.5	20.0		26.3	29.4	45.0	24.9	22.8	20.0	50.2
2010	33.4	38.6	33.3	32.4	59.2	32.1	20.3	20.2	25.6	45.7	26.5	22.2		32.7	37.6	24.0	33.4	41.0	24.7	21.4
2011	31.8	41.0	42.7	28.0	24.6	25.4	25.2	55.4	33.7	40.6	31.0	35.8		31.1	42.8	20.4	30.5	27.3	32.5	23.6

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, (SENAMHI).

7.2. Anexo B: Prueba de Helmet – Estación Ananea y Taraco.

Prueba de Homogeneidad de Helmert

Estación : Ananea

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)	Test de Helmert	
			(Xi-Xp)	Test
1	1965	15.0	-5.7	
2	1966	18.0	-2.7	S
3	1967	29.4	8.7	C
4	1968	22.0	1.3	S
5	1971	16.1	-4.6	C
6	1972	16.2	-4.5	S
7	1973	22.6	1.9	C
8	1974	14.0	-6.7	C
9	1975	15.4	-5.3	S
10	1976	14.6	-6.1	S
11	1977	18.3	-2.4	S
12	1978	15.6	-5.1	S
13	1979	16.8	-3.9	S
14	1980	16.5	-4.2	S
15	1981	14.6	-6.1	S
16	1982	24.5	3.8	C
17	1983	12.2	-8.5	C
18	1984	26.7	6.0	C
19	1985	19.1	-1.6	C
20	1986	19.3	-1.4	S
21	1987	14.0	-6.7	S
22	1988	11.6	-9.1	S
23	1989	16.0	-4.7	S
24	1990	15.2	-5.5	S
25	1991	17.3	-3.4	S
26	1992	13.5	-7.2	S
27	1993	12.1	-8.6	S
28	1994	18.6	-2.1	S
29	1995	18.2	-2.5	S
30	1996	22.4	1.7	C
31	1997	16.2	-4.5	C
32	1998	18.0	-2.7	S
33	1999	19.2	-1.5	S
34	2000	25.2	4.5	C
35	2001	23.6	2.9	S
36	2002	23.8	3.1	S
37	2003	32.0	11.3	S
38	2004	31.0	10.3	S
39	2005	24.0	3.3	S
40	2006	47.5	26.8	S
41	2007	23.0	2.3	S
42	2008	32.0	11.3	S
43	2009	23.0	2.3	S
44	2010	33.4	12.7	S
45	2011	31.8	11.1	S
46				
47				
48				

Parametro Meteorológico

Precip. Máx en 24 Hr

Estadísticas

Nro de Datos: nj = 45
 Promedio: Xp = 20.66
 Desv Stan: DS = 7.21

C= 11
 S= 33

$$-\sqrt{n_j - 1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n_j - 1}$$

$$22 \leq 7$$

CONCLUSION

La serie es Inhomogenia

Fuente: Elaboración Propia.

Prueba de Homogeneidad de Helmert

Estación : Taraco

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)	Test de Helmert	
			(Xi-Xp)	Test
1	1964	24.6	-10.0	
2	1965	43.4	8.8	C
3	1966	29.0	-5.6	C
4	1967	31.0	-3.6	S
5	1968	43.0	8.4	C
6	1969	25.4	-9.2	C
7	1970	25.6	-9.0	S
8	1971	31.8	-2.8	S
9	1972	33.3	-1.3	S
10	1973	27.0	-7.6	S
11	1974	28.3	-6.3	S
12	1975	28.0	-6.6	S
13	1976	35.0	0.4	C
14	1977	36.6	2.0	S
15	1978	31.3	-3.3	C
16	1979	24.0	-10.6	S
17	1980	20.0	-14.6	S
18	1981	24.2	-10.4	S
19	1982	28.0	-6.6	S
20	1983	25.0	-9.6	S
21	1984	39.5	4.9	C
22	1985	49.5	14.9	S
23	1986	53.0	18.4	S
24	1987	40.0	5.4	S
25	1988	31.5	-3.1	C
26	1989	36.0	1.4	C
27	1990	48.1	13.5	S
28	1991	26.8	-7.8	C
29	1992	43.0	8.4	C
30	1993	20.4	-14.2	C
31	1994	34.2	-0.4	S
32	1995	66.4	31.8	C
33	1996	22.4	-12.2	C
34	1997	52.2	17.6	C
35	1998	55.8	21.2	S
36	1999	23.6	-11.0	C
37	2000	26.0	-8.6	S
38	2001	28.0	-6.6	S
39	2002	20.4	-14.2	S
40	2003	24.6	-10.0	S
41	2004	43.0	8.4	C
42	2005	64.0	29.4	S
43	2006	48.8	14.2	S
44	2007	46.8	12.2	S
45	2008	28.6	-6.0	C
46	2009	50.2	15.6	C
47	2010	21.4	-13.2	C
48	2011	23.6	-11.0	S

Parametro Meteorológico

Precip. Máx en 24 Hr

Estadísticas

Nro de Datos: nj = 48
 Promedio: Xp = 34.63
 Desv Stan: DS = 11.90

C= 20
 S= 27

$$-\sqrt{n_j - 1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n_j - 1}$$

$$7 \leq 7$$

CONCLUSION

La serie es Inhomogena

Fuente: Elaboración Propia.

7.3. Anexo C: Prueba de t de student – Estación Ayaviri y Azangaro.

PRUEBA DE t DE STUDENT

Estación : Ayaviri

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)	Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)
1	1964		25	1988	36.2
2	1965	38.5	26	1989	26.0
3	1966	25.5	27	1990	40.2
4	1967	27.0	28	1991	52.2
5	1968	23.5	29	1992	43.8
6	1969	27.7	30	1993	
7	1970	23.0	31	1994	35.5
8	1971	29.2	32	1995	26.0
9	1972	26.2	33	1996	31.6
10	1973	22.9	34	1997	45.9
11	1974	22.8	35	1998	43.2
12	1975	31.3	36	1999	34.7
13	1976	25.0	37	2000	43.4
14	1977	16.0	38	2001	25.8
15	1978	29.4	39	2002	32.0
16	1979		40	2003	41.7
17	1980		41	2004	36.7
18	1981		42	2005	34.5
19	1982	42.7	43	2006	38.5
20	1983	38.5	44	2007	32.9
21	1984		45	2008	37.9
22	1985		46	2009	39.5
23	1986	30.5	47	2010	33.3
24	1987	33.4	48	2011	42.7
Nro de Datos:	18	Nro de Datos:	23		
Promedio:	28.51	Promedio:	37.14		
Desv Estan:	13.83	Desv Estan:	10.00		

Fuente: Elaboración Propia.

Parametro Meteorológico

Precip. Máx en 24 Hr

$$t_d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

td= 1.354

v=n1+n2-2

v= 39 GL

α= 0.05

t(39,0.05)= 2.0227

$$|t_d| \leq t_{v,1-\alpha/2}$$

1.354 ≤ 2.0227

CONCLUSION

La serie es Homogenia

PRUEBA DE t DE STUDENT

Estación : Azangaro

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)	Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)
1	1964		25	1988	
2	1965	54.5	26	1989	
3	1966	24.8	27	1990	44.0
4	1967	28.8	28	1991	
5	1968	14.9	29	1992	35.8
6	1969	22.5	30	1993	27.0
7	1970	36.4	31	1994	37.8
8	1971	62.9	32	1995	52.9
9	1972	28.4	33	1996	29.2
10	1973	41.8	34	1997	27.8
11	1974	28.5	35	1998	25.8
12	1975	47.8	36	1999	30.3
13	1976	22.8	37	2000	
14	1977	28.6	38	2001	58.8
15	1978	48.8	39	2002	61.8
16	1979	23.3	40	2003	61.9
17	1980	21.9	41	2004	22.4
18	1981	34.1	42	2005	29.6
19	1982		43	2006	25.2
20	1983		44	2007	29.0
21	1984	25.5	45	2008	29.7
22	1985	30.1	46	2009	33.9
23	1986		47	2010	32.4
24	1987	30.0	48	2011	28.0
Nro de Datos:	20	Nro de Datos:	20		
Promedio:	32.82	Promedio:	36.17		
Desv Estan:	16.79	Desv Estan:	17.95		

Fuente: Elaboración Propia.

Parametro Meteorológico

Precip. Máx en 24 Hr

$$t_d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

td= 0.3606

v=n1+n2-2

v= 38 GL

α= 0.05

t(38,0.05)= 2.0244

$$|t_d| \leq t_{v,1-\alpha/2}$$

0.3606 ≤ 2.0244

CONCLUSION

La serie es Homogenia

7.4. Anexo D: Prueba de Cramer – Estación Arapa y Chuquibambilla._____

PRUEBA ESTADISTICA DE CRAMER

Estación : Arapa

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)
1	1964	32.0
2	1965	27.6
3	1966	21.5
4	1967	26.2
5	1968	26.5
6	1969	19.5
7	1970	36.0
8	1971	27.0
9	1972	33.5
10	1973	34.1
11	1974	31.0
12	1975	28.5
13	1976	30.2
14	1977	31.6
15	1978	26.8
16	1979	26.6
17	1980	31.8
18	1981	41.0
19	1982	28.6
20	1983	36.9
21	1984	50.2
22	1985	38.9
23	1986	28.0
24	1988	48.5
25	1989	27.8
26	1990	34.4
27	1991	28.6
28	1992	53.6
29	1993	53.3
30	1994	24.0
31	1995	25.4
32	1996	24.3
33	1997	26.0
34	1998	49.6
35	1999	30.3
36	2000	27.7
37	2001	33.6
38	2002	35.6
39	2003	40.0
40	2004	40.8
41	2005	30.0
42	2006	22.4
43	2007	31.2
44	2008	39.2
45	2009	35.1
46	2010	38.6
47	2011	41.0
48		

Fuente: Elaboración Propia.

Parametro Meteorológico

Precip. Máx en 24 Hr

Estadísticas

Nro de Datos: 47

Media: 33.1

Desv Stan (So): 8.245683

60%	n1=	29
	X1=	35.30
	S1=	9.10
30%	n2=	14
	X1=	35.36
	S1=	6.86

v= 45 GL

$\alpha = 0.05$

t(45,0.05)= 2.0141

60%	t60=	2.4286	2.0141
		\leq	
30%	t30=	1.2278	2.0141
		\leq	

CONCLUSION

Para 60%: la serie es inhomogenia

Para 30%: La serie es homogenia

PRUEBA ESTADISTICA DE CRAMER

Estación : Chuquibambilla

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)
1	1970	29.3
2	1971	32.4
3	1972	27.1
4	1973	37.1
5	1974	57.6
6	1975	29.3
7	1976	24.7
8	1977	25.3
9	1978	43.7
10	1979	29.7
11	1980	26.9
12	1981	46.6
13	1982	26.0
14	1984	41.6
15	1985	25.5
16	1986	26.8
17	1987	35.8
18	1988	31.3
19	1989	25.7
20	1990	27.4
21	1991	42.2
22	1992	35.7
23	1993	38.3
24	1994	35.0
25	1995	29.0
26	1996	24.2
27	1997	36.2
28	1998	28.0
29	1999	26.5
30	2001	52.7
31	2002	25.3
32	2003	47.8
33	2004	41.6
34	2005	34.1
35	2006	38.8
36	2007	27.9
37	2008	36.2
38	2009	26.6
39	2010	59.2
40	2011	24.6
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		

Fuente: Elaboración Propia.

Parametro Meteorológico

Precip. Máx en 24 Hr

Estadísticas

Nro de Datos: 40

Media: 34.0

Desv Stan (So): 9.251844

60%	n1=	25
	X1=	34.28
	S1=	9.12
30%	n2=	12
	X1=	36.78
	S1=	11.60

v= 38 GL

$\alpha = 0.05$

t(38,0.05)= 2.0244

60%	t60=	0.2441	2.0244
	0.2441	≤	
30%	t30=	1.2379	2.0244
	1.2379	≤	

CONCLUSION

Para 60%: La serie es homogenia

Para 30%: La serie es homogenia

7.5. Anexo E: Prueba de Anderson – Estación Crucero y Huancane.

Prueba de Independencia de Anderson

Estación : Crucero

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)	(xi-x)²	Tiempo de Retraso [k]																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	1964	31.5	272.3	34.84	112.94	94.17	-2.70	44.52	14.25	-101.38	8.80	-213.99	-26.31	71.77	-46.29	19.10	-34.18	-100.78	-47.50	
2	1965	31.8	262.4	107.34	89.50	-2.57	42.32	13.55	-96.36	8.37	-203.39	-25.01	68.21	-44.00	18.15	-32.49	-95.78	-45.15	-52.63	
3	1966	18.9	846.8	290.15	-8.32	137.19	43.92	-312.38	27.13	-659.35	-81.07	221.13	-142.63	58.84	-105.32	-310.51	-146.36	-170.61	-4.59	
4	1967	22.0	676.0	-6.93	114.39	36.62	-260.47	22.62	-549.77	-67.60	184.38	-118.92	49.06	-87.82	-258.91	-122.04	-142.26	-3.82	-27.15	
5	1968	38.0	100.0	-3.28	-1.05	7.47	-0.65	15.76	1.94	-5.28	3.41	-1.41	2.52	7.42	3.50	4.08	0.11	0.78	-0.69	
6	1969	30.2	316.8	17.31	-123.15	10.69	-259.94	-31.96	87.18	-56.23	23.20	-41.52	-122.42	-57.70	-67.26	-1.81	-12.84	11.43	-99.62	
7	1970	35.2	163.8	-39.42	3.42	-83.21	-10.23	27.91	-18.00	7.43	-13.29	-39.19	-18.47	-21.53	-0.58	-4.11	3.66	-31.89	-31.65	
8	1971	54.3	39.7	-24.35	591.90	72.77	-198.51	128.04	-52.82	94.54	278.75	131.39	153.15	4.12	29.24	-26.03	226.84	225.16	25.89	
9	1972	36.1	141.6	-51.40	-6.32	17.24	-11.12	4.59	-8.21	-24.21	-11.41	-13.30	-0.36	-2.54	2.26	-19.70	-19.55	-2.25	0.22	
10	1973	72.9	620.0	153.61	-419.00	270.25	-111.49	199.56	588.36	277.32	323.27	8.69	61.71	-54.93	478.79	475.25	54.64	-5.45	270.25	
11	1974	41.9	37.2	-51.52	33.23	-13.71	24.54	72.34	34.10	39.75	1.07	7.59	-6.75	58.87	58.43	6.72	-0.67	33.23	32.36	
12	1975	25.7	497.3	-90.63	37.39	-66.93	-197.32	-93.01	-108.42	-2.91	-20.70	18.42	-160.57	-159.39	-18.32	1.83	-90.63	-88.26	-13.58	
13	1976	45.2	7.8	-24.12	43.17	127.27	59.99	69.93	1.88	13.35	-11.88	103.57	102.80	11.82	-1.18	58.46	56.93	8.76	253.43	
14	1977	34.4	185.0	-17.81	-52.50	-24.75	-28.85	-0.78	-5.51	4.90	-42.73	-42.41	-4.88	0.49	-24.12	-23.49	-3.61	-104.55	42.75	
15	1978	43.2	23.0	93.98	44.30	51.64	1.39	9.86	-8.77	76.48	75.91	8.73	-0.87	43.17	42.04	6.47	187.14	-76.52	83.25	
16	1979	54.2	38.4	130.60	152.24	4.09	29.06	-25.87	225.48	223.82	25.73	-2.57	127.27	123.94	19.07	551.74	-225.62	245.46	-0.90	
17	1980	45.4	6.8	71.76	1.93	13.70	-12.19	106.28	105.49	12.13	-1.21	59.99	58.42	8.99	260.06	-106.34	115.69	-0.42	-58.48	
18	1981	46.7	1.7	2.25	15.97	-14.21	123.89	122.97	14.14	-1.41	69.93	68.10	10.48	303.15	-123.96	134.86	-0.50	-68.17	-23.36	
19	1982	37.8	104.0	0.43	-0.38	3.33	3.31	0.38	-0.04	1.88	1.83	0.28	8.15	-3.33	3.63	-0.01	-1.83	-0.63	-0.68	
20	1983	39.3	75.7	-2.71	23.65	23.47	2.70	-0.27	13.35	13.00	2.00	57.87	-23.66	25.74	-0.09	-13.01	-4.46	-4.81	58.91	
21	1984	36.0	144.0	-21.05	-20.90	-2.40	0.24	-11.88	-11.57	-1.78	-51.51	21.07	-22.92	0.08	11.59	3.97	4.28	-52.45	29.61	
22	1985	51.1	9.6	182.14	20.94	-2.09	103.57	100.86	15.52	448.99	-183.60	199.74	-0.73	-100.97	-34.60	-37.31	457.12	-258.10	-79.30	
23	1986	51.0	9.0	20.79	-2.07	102.80	100.12	15.41	445.67	-182.25	198.27	-0.73	-100.23	-34.34	-37.03	453.74	-256.20	-78.71	3.31	
24	1987	39.1	79.2	-0.24	11.82	11.51	1.77	51.24	-20.95	22.79	-0.08	-11.52	-3.95	-4.26	52.17	-29.45	-9.05	0.38	2.85	
25	1988	37.4	112.4	-1.18	-1.15	-0.18	-5.11	2.09	-2.27	0.01	1.15	0.39	0.42	-5.20	2.94	0.90	-0.04	-0.28	2.44	
26	1989	45.2	7.8	56.93	8.76	253.43	-103.63	112.74	-0.41	-56.99	-19.53	-21.06	258.02	-145.68	-44.76	1.88	14.11	-121.22	-152.57	
27	1990	45.0	9.0	8.53	246.80	-100.92	109.80	-0.40	-55.50	-19.02	-20.51	251.27	-141.87	-43.59	1.83	13.74	-118.05	-148.58	-112.84	
28	1991	38.7	86.5	37.98	-15.53	16.90	-0.06	-8.54	-2.93	-3.16	38.67	-21.83	-6.71	0.28	2.12	-18.17	-22.86	-17.36	-17.82	
29	1992	70.7	515.3	-449.26	488.76	-1.80	-247.07	-84.66	-91.29	1118.53	-631.57	-194.04	8.15	61.18	-525.50	-661.40	-502.30	-515.56	-459.21	
30	1993	24.0	576.0	-199.87	0.73	101.04	34.62	37.33	-457.40	258.26	79.35	-3.33	-25.02	214.89	270.46	205.40	210.82	187.78	151.19	
31	1994	52.3	18.5	-0.80	-109.92	-37.66	-40.61	497.61	-280.97	-86.32	3.63	27.22	-233.78	-294.24	-223.46	-229.36	-204.29	-164.48	-80.43	
32	1995	37.5	110.3	0.40	0.14	0.15	-1.83	1.03	0.32	-0.01	-0.10	0.86	1.08	0.82	0.84	0.75	0.60	0.30	0.66	
33	1996	30.1	320.4	19.04	20.53	-251.55	142.03	43.64	-1.83	-13.76	118.18	148.74	112.96	115.94	103.27	83.15	40.66	90.60		
34	1997	35.0	169.0	7.03	-86.19	48.67	14.95	-0.63	-4.71	40.49	50.97	38.71	39.73	35.39	28.49	13.93	31.04			
35	1998	34.8	174.2	-92.94	52.48	16.12	-0.68	-5.08	43.67	54.96	41.74	42.84	38.16	30.72	15.02	33.47				
36	1999	71.3	542.9	-643.00	-197.55	8.30	62.29	-535.01	-673.37	-511.39	-524.89	-467.52	-376.41	-184.06	-410.15					
37	2000	18.5	870.3	111.55	-4.68	-35.17	302.09	380.21	288.75	296.37	263.98	212.53	103.92	231.59						
38	2001	31.7	265.7	-1.44	-10.81	92.81	116.82	88.72	91.06	81.10	65.30	31.93	71.15							
39	2002	37.8	104.0	0.45	-3.90	-4.91	-3.73	-3.82	-3.41	-2.74	-1.34	-2.99								
40	2003	39.4	74.0	-29.26	-36.83	-27.97	-28.71	-25.57	-20.59	-10.07	-22.43									
41	2004	21.7	691.7	316.36	240.26	246.60	219.65	176.84	86.47	192.69										
42	2005	17.6	924.2	302.39	310.37	276.45	222.57	108.83	242.53											
43	2006	22.4	655.4	235.71	209.95	169.03	82.65	184.19												
44	2007	22.0	676.0	215.49	173.49	84.84	189.05													
45	2008	23.7	590.5	154.53	75.56	168.39														
46	2009	26.4	466.6	60.84	135.57															
47	2010	32.1	252.8	66.29																
48	2011	25.4	510.8																	
Total:				13382.3	947.49	2159.9	1796.9	508.41	1499.2	-147.8	1481.3	18.264	439.71	-143.2	165.62	-517.7	434.22	-487.4	-1256	-305.9

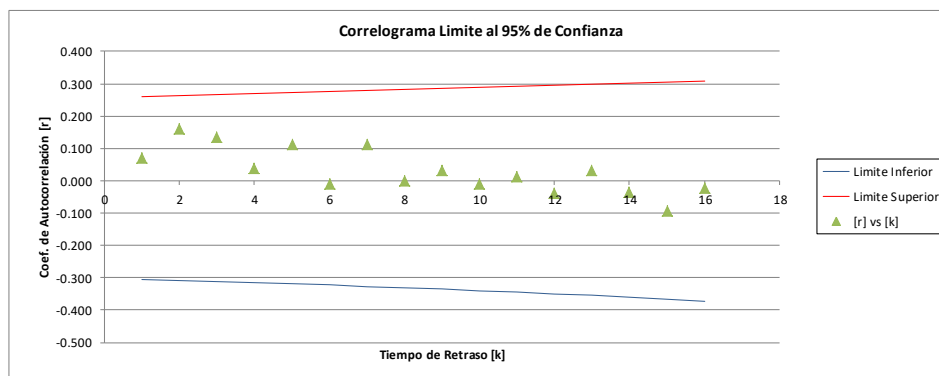
Coef. De Autocorrelacion Serial [r]	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	r11	r12	r13	r14	r15	r16	
	Limites al 95% de Confianza	Inferior	-0.304	-0.308	-0.311	-0.315	-0.319	-0.323	-0.327	-0.331	-0.335	-0.340	-0.345	-0.350	-0.355	-0.361	-0.366
	Superior	0.262	0.264	0.267	0.269	0.272	0.275	0.278	0.281	0.284	0.287	0.291	0.294	0.298	0.302	0.306	0.310

Nro de Datos: 48
Promedio: 37.554

k= 16

CONCLUSION

La muestra esta compuesta por variables aleatorias



Prueba de Independencia de Anderson

Estación : Huancane

Orden (m)	Año (años)	Caudal Q (m3/s)	(xi-x)²	Tiempo de Retraso [k]																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	1964	48.0	0.0	-35.37	92.35	139.79	-31.72	-70.04	78.67	46.74	-35.37	5.68	1.12	-26.25	-163.09	-43.58	57.68	-18.95	-59.09	
2	1965	35.0	169.0	-39.25	-59.41	13.48	29.76	-33.43	-19.86	15.03	-2.42	-0.48	11.15	69.31	18.52	-24.51	8.05	25.11	-12.88	
3	1966	49.0	1.0	155.11	-35.20	-77.71	87.29	51.86	-39.25	6.31	1.24	-29.12	-180.97	-48.36	64.01	-21.03	-65.57	33.64	-6.85	
4	1967	54.2	38.4	-53.28	-117.64	132.13	78.50	-59.41	9.54	1.88	-44.09	-273.93	-73.20	96.89	-31.83	-99.25	50.92	-10.37	-270.86	
5	1968	35.4	158.8	26.69	-29.98	-17.81	13.48	-2.17	-0.43	10.00	62.16	16.61	-21.99	7.22	22.52	-11.55	2.35	61.46	-26.85	
6	1969	31.2	282.2	-66.20	-39.33	29.76	-4.78	-0.94	22.09	137.24	36.67	-48.54	15.95	49.73	-25.51	5.20	135.71	-59.29	-25.51	
7	1970	47.5	0.3	44.17	-33.43	5.37	1.06	-24.81	-154.15	-41.19	54.52	-17.91	-55.85	28.65	-5.84	-152.43	66.59	28.65	4.51	
8	1971	44.0	16.0	-19.86	3.19	0.63	-14.74	-91.58	-24.47	32.39	-10.64	-33.18	17.02	-3.47	-90.56	39.56	17.02	2.68	97.97	
9	1972	35.0	169.0	-2.42	-0.48	11.15	69.31	18.52	-24.51	8.05	25.11	-12.88	2.63	68.54	-29.94	-12.88	-2.03	-74.14	-52.43	
10	1973	39.5	72.3	0.08	-1.79	-11.14	-2.98	3.94	-1.29	-4.03	2.07	-0.42	-11.01	4.81	2.07	0.33	11.91	8.42	-2.29	
11	1974	39.0	81.0	-0.35	-2.20	-0.59	0.78	-0.26	-0.80	0.41	-0.08	-2.17	0.95	0.41	0.06	2.35	1.66	-0.45	-1.85	
12	1975	36.0	144.0	51.43	13.74	-18.19	5.98	18.64	-9.56	1.95	50.86	-22.22	-9.56	-1.50	-55.02	-38.91	10.58	43.38	-55.02	
13	1976	21.0	729.0	85.40	-113.04	37.13	115.79	-59.40	12.10	316.01	-138.06	-59.40	-9.35	-341.86	-241.75	65.74	269.53	-341.86	-172.03	
14	1977	34.1	193.2	-30.21	9.92	30.94	-15.87	3.23	84.44	-36.89	-15.87	-2.50	-91.35	-64.60	17.57	72.02	-91.35	-45.97	22.34	
15	1978	45.2	7.8	-13.13	-40.95	21.01	-4.28	-111.77	48.83	21.01	3.31	120.91	85.50	-23.25	-95.33	120.91	60.84	-29.57	188.57	
16	1979	36.8	125.4	13.45	-6.90	1.41	36.72	-16.04	-6.90	-1.09	-39.72	-28.09	7.64	31.32	-39.72	-19.99	9.71	-61.94	8.05	
17	1980	32.4	243.4	-21.52	4.39	114.50	-50.02	-21.52	-3.39	-123.86	-87.59	23.82	97.66	-123.86	-62.33	30.29	-193.17	25.11	-82.41	
18	1981	42.2	33.6	-2.25	-58.74	25.66	11.04	1.74	63.54	44.94	-12.22	-50.10	63.54	31.98	-15.54	99.10	-12.88	42.28	-10.89	
19	1982	38.2	96.0	11.97	-5.23	-2.25	-0.35	-12.95	-9.16	2.49	10.21	-12.95	-6.52	3.17	-20.19	2.63	-8.61	2.22	-10.58	
20	1983	21.2	718.2	-136.52	-58.74	-9.24	-338.04	-239.05	65.00	266.52	-338.04	-170.11	82.68	-527.18	68.54	-224.90	57.93	-276.17	-108.24	
21	1984	46.6	2.0	25.66	4.04	147.68	104.44	-28.40	-116.44	147.68	74.32	-36.12	230.32	-29.94	98.26	-25.31	120.65	47.29	-80.91	
22	1985	42.2	33.6	1.74	63.54	44.94	-12.22	-50.10	63.54	31.98	-15.54	99.10	-12.88	42.28	-10.89	51.91	20.35	-34.81	-30.49	
23	1986	39.4	74.0	10.00	7.07	-1.92	-7.88	10.00	5.03	-2.45	15.59	-2.03	6.65	-1.71	8.17	3.20	-5.48	-4.80	-3.60	
24	1987	58.0	100.0	258.60	-70.32	-288.32	365.69	184.02	-89.44	570.30	-74.14	243.30	-62.67	298.76	117.09	-200.35	-175.49	-131.51	6.18	
25	1988	52.4	19.4	-49.72	-203.89	258.60	130.13	-63.25	403.29	-52.43	172.05	-44.32	211.27	82.80	-141.68	-124.10	-93.00	4.37	-40.26	
26	1989	35.2	163.8	55.44	-70.32	-35.38	17.20	-109.66	14.26	-46.78	12.05	-57.45	-22.51	38.53	33.74	25.29	-1.19	10.95	45.88	
27	1990	23.8	585.6	-288.32	-145.09	70.52	-449.64	58.46	-191.82	49.41	-235.55	-92.32	157.96	138.36	103.69	-4.87	44.89	188.12	109.72	
28	1991	58.0	100.0	184.02	-89.44	570.30	-74.14	243.30	-62.67	298.76	117.09	-200.35	-175.49	-131.51	6.18	-56.93	-238.60	-139.16	-81.79	
29	1992	48.5	0.3	-45.01	286.98	-37.31	122.43	-31.54	150.34	58.92	-100.82	-88.31	-66.18	3.11	-28.65	-120.07	-70.03	-41.16	48.34	
30	1993	34.2	190.4	-139.48	18.13	-59.51	15.33	-73.07	-28.64	49.00	42.92	32.16	-1.51	13.92	58.36	34.04	20.00	-23.49	63.50	
31	1994	68.7	428.5	-115.63	379.43	-97.73	465.92	182.60	-312.46	-273.69	-205.09	9.63	-88.79	-372.10	-217.02	-127.56	149.80	-404.91	-554.02	
32	1995	35.0	169.0	-49.33	12.71	-60.57	-23.74	40.62	35.58	26.66	-1.25	11.54	48.37	28.21	16.58	-19.47	52.64	72.02	53.03	
33	1996	51.6	13.0	-41.69	198.77	77.90	-133.30	-116.76	-87.50	4.11	-37.88	-158.74	-92.59	-54.42	63.91	-172.74	-236.35	-174.01		
34	1997	35.6	153.8	-51.20	-20.07	34.33	30.07	22.54	-1.06	9.76	40.89	23.85	14.02	-16.46	44.49	60.88	44.82			
35	1998	54.5	42.3	95.66	-163.68	-143.37	-107.44	5.04	-46.51	-194.93	-113.69	-66.82	78.47	-212.11	-290.23	-213.68				
36	1999	45.0	9.0	-64.15	-56.19	-42.11	1.98	-18.23	-76.40	-44.56	-26.19	30.75	-83.13	-113.75	-83.74					
37	2000	28.4	384.2	96.15	72.05	-3.38	31.19	130.72	76.24	44.81	-52.63	142.25	194.63	143.30						
38	2001	29.7	334.9	63.11	-2.96	27.32	114.50	66.78	39.25	-46.10	124.60	170.48	125.52							
39	2002	32.0	256.0	-2.22	20.47	85.81	50.05	29.41	-34.54	93.37	127.76	94.06								
40	2003	39.2	77.4	-0.96	-4.03	-2.35	-1.38	1.62	-4.38	-6.00	-4.42									
41	2004	35.9	146.4	37.15	21.66	12.73	-14.95	40.42	55.31	40.72										
42	2005	26.4	466.6	90.80	53.37	-62.67	169.40	231.79	170.65											
43	2006	31.6	269.0	31.12	-36.55	98.80	135.19	99.53												
44	2007	34.6	179.6	-21.48	58.07	79.46	58.50													
45	2008	43.9	16.8	-68.20	-93.31	-68.70														
46	2009	25.3	515.3	252.22	185.69															
47	2010	20.3	767.3	254.08																
48	2011	25.2	519.8																	
Total:				9296.47	486.31	-53.3	1031.1	974.23	210.42	52.09	1462.5	-617.9	-486.3	387.52	-911.1	-905.1	-1101	19.913	-1277	-1041

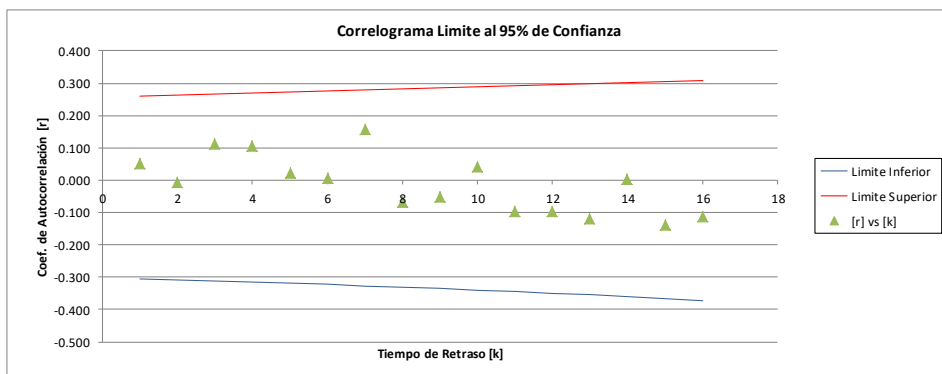
Coef. De Autocorrelacion Serial		r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r10	r11	r12	r13	r14	r15	r16
[r]		0.0523	-0.006	0.1109	0.1048	0.0226	0.1573	-0.066	-0.052	0.0417	-0.098	-0.097	-0.118	0.0021	-0.137	-0.112	
Limites al 95% de Confianza	Inferior	-0.304	-0.308	-0.311	-0.315	-0.319	-0.323	-0.327	-0.331	-0.335	-0.340	-0.345	-0.350	-0.355	-0.361	-0.366	-0.372
	Superior	0.262	0.264	0.267	0.269	0.272	0.275	0.278	0.281	0.284	0.287	0.291	0.294	0.298	0.302	0.306	0.310

Nro de Datos: 48
Promedio: 38.877

k= 16

CONCLUSION

La muestra esta compuesta por variables aleatorias



7.6. Anexo F: Ajuste a funciones de probabilidad – Estación Progreso.

DISTRIBUCION NORMAL - PROGRESO

Nro	Xi	Xi Observado	Weibull Prob.	TR (Años)	Valor Predec.	Desv. Stand.
1	31.70	46.00	0.022	46.000	44.994	1.931
2	28.40	44.60	0.043	23.000	42.710	1.739
3	22.50	42.80	0.065	15.333	41.228	1.622
4	28.50	42.60	0.087	11.500	40.093	1.537
5	22.40	42.50	0.109	9.200	39.155	1.470
6	25.80	41.20	0.130	7.667	38.343	1.415
7	27.10	38.30	0.152	6.571	37.620	1.369
8	42.50	38.10	0.174	5.750	36.963	1.330
9	34.10	37.60	0.196	5.111	36.357	1.295
10	38.30	37.40	0.217	4.600	35.790	1.265
11	17.40	37.00	0.239	4.182	35.255	1.239
12	19.80	34.90	0.261	3.833	34.746	1.216
13	34.90	34.20	0.283	3.538	34.259	1.196
14	30.00	34.10	0.304	3.286	33.789	1.178
15	37.00	31.70	0.326	3.067	33.334	1.163
16	20.20	30.50	0.348	2.875	32.892	1.149
17	22.00	30.20	0.370	2.706	32.459	1.138
18	27.50	30.00	0.391	2.556	32.035	1.129
19	27.20	30.00	0.413	2.421	31.618	1.121
20	19.10	29.80	0.435	2.300	31.206	1.115
21	28.50	29.40	0.457	2.190	30.798	1.111
22	44.60	28.50	0.478	2.091	30.392	1.109
23	21.50	28.50	0.500	2.000	29.988	1.108
24	38.10	28.40	0.522	1.917	29.584	1.109
25	25.00	28.40	0.543	1.840	29.180	1.111
26	24.80	28.00	0.565	1.769	28.773	1.115
27	22.70	27.50	0.587	1.704	28.363	1.121
28	30.20	27.20	0.609	1.643	27.949	1.129
29	34.20	27.10	0.630	1.586	27.528	1.138
30	30.00	26.20	0.652	1.533	27.101	1.149
31	37.40	26.20	0.674	1.484	26.664	1.162
32	28.00	25.80	0.696	1.438	26.216	1.177
33	26.20	25.00	0.717	1.394	25.755	1.194
34	22.40	25.00	0.739	1.353	25.278	1.214
35	30.50	24.80	0.761	1.314	24.783	1.236
36	41.20	22.70	0.783	1.278	24.264	1.262
37	29.80	22.50	0.804	1.243	23.718	1.290
38	26.20	22.40	0.826	1.211	23.138	1.322
39	42.60	22.40	0.848	1.179	22.515	1.359
40	25.00	22.00	0.870	1.150	21.839	1.402
41	28.40	21.50	0.891	1.122	21.091	1.452
42	46.00	20.20	0.913	1.095	20.244	1.511
43	29.40	19.80	0.935	1.070	19.252	1.584
44	37.60	19.10	0.957	1.045	18.022	1.679
45	42.80	17.40	0.978	1.022	16.304	1.819

Fuente: Elaboración propia.

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA MUESTRA

Nro datos	45	Desviación Estandar	7.432
Suma	1349.50	Coef Asimetria	0.494
Media	29.989	Coef Variación	0.248

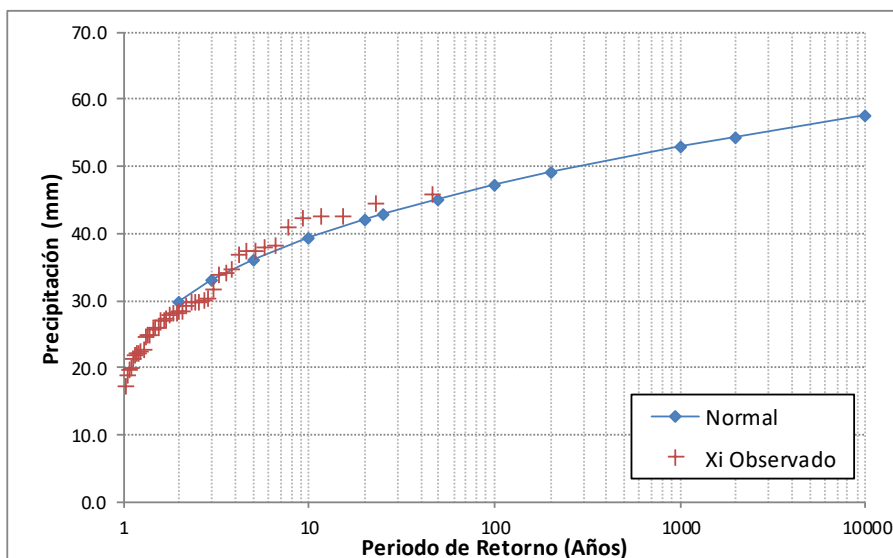
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

MOMENTOS			MAXIMA VEROSIMILITUD	
$\mu\gamma =$	29.9889	=	$\mu\gamma =$	29.9889
$\sigma\gamma =$	7.4317		$\sigma\gamma =$	7.4317

EVENTO ESPERADO AL 95% DE CONFIANZA PARA DIFERENTES TR

T (Años)	P	V	U_T	XT	ST Mom. y Max. Veros.
10000	0.0001	4.292	3.718	57.6	3.12
2000	0.0005	3.899	3.290	54.4	2.81
1000	0.0010	3.717	3.090	53.0	2.66
200	0.0050	3.255	2.576	49.1	2.30
100	0.0100	3.035	2.326	47.3	2.13
50	0.0200	2.797	2.054	45.3	1.95
25	0.0400	2.537	1.751	43.0	1.76
20	0.0500	2.448	1.645	42.2	1.70
10	0.1000	2.146	1.281	39.5	1.49
5	0.2000	1.794	0.841	36.2	1.29
3	0.3333	1.482	0.430	33.2	1.16
2	0.5000	1.177	0.000	30.0	1.11

Fuente: Elaboración propia.



DISTRIBUCION LOG NORMAL - PROGRESO

Nro	Xi	Xi Observado	LN(Xi)	Weibull Prob.	TR (Años)	Valor Predec.	Desv. Stand.
1	31.70	46.00	3.829	0.022	46.000	47.588	1.931
2	28.40	44.60	3.798	0.043	23.000	44.158	1.739
3	22.50	42.80	3.757	0.065	15.333	42.067	1.622
4	28.50	42.60	3.752	0.087	11.500	40.532	1.537
5	22.40	42.50	3.750	0.109	9.200	39.305	1.470
6	25.80	41.20	3.718	0.130	7.667	38.274	1.415
7	27.10	38.30	3.645	0.152	6.571	37.379	1.369
8	42.50	38.10	3.640	0.174	5.750	36.584	1.330
9	34.10	37.60	3.627	0.196	5.111	35.864	1.295
10	38.30	37.40	3.622	0.217	4.600	35.205	1.265
11	17.40	37.00	3.611	0.239	4.182	34.593	1.239
12	19.80	34.90	3.552	0.261	3.833	34.022	1.216
13	34.90	34.20	3.532	0.283	3.538	33.483	1.196
14	30.00	34.10	3.529	0.304	3.286	32.972	1.178
15	37.00	31.70	3.456	0.326	3.067	32.484	1.163
16	20.20	30.50	3.418	0.348	2.875	32.017	1.149
17	22.00	30.20	3.408	0.370	2.706	31.567	1.138
18	27.50	30.00	3.401	0.391	2.556	31.132	1.129
19	27.20	30.00	3.401	0.413	2.421	30.709	1.121
20	19.10	29.80	3.395	0.435	2.300	30.297	1.115
21	28.50	29.40	3.381	0.457	2.190	29.895	1.111
22	44.60	28.50	3.350	0.478	2.091	29.501	1.109
23	21.50	28.50	3.350	0.500	2.000	29.113	1.108
24	38.10	28.40	3.346	0.522	1.917	28.731	1.109
25	25.00	28.40	3.346	0.543	1.840	28.352	1.111
26	24.80	28.00	3.332	0.565	1.769	27.977	1.115
27	22.70	27.50	3.314	0.587	1.704	27.604	1.121
28	30.20	27.20	3.303	0.609	1.643	27.232	1.129
29	34.20	27.10	3.300	0.630	1.586	26.860	1.138
30	30.00	26.20	3.266	0.652	1.533	26.486	1.149
31	37.40	26.20	3.266	0.674	1.484	26.110	1.162
32	28.00	25.80	3.250	0.696	1.438	25.730	1.177
33	26.20	25.00	3.219	0.717	1.394	25.345	1.194
34	22.40	25.00	3.219	0.739	1.353	24.952	1.214
35	30.50	24.80	3.211	0.761	1.314	24.550	1.236
36	41.20	22.70	3.122	0.783	1.278	24.137	1.262
37	29.80	22.50	3.114	0.804	1.243	23.709	1.290
38	26.20	22.40	3.109	0.826	1.211	23.263	1.322
39	42.60	22.40	3.109	0.848	1.179	22.794	1.359
40	25.00	22.00	3.091	0.870	1.150	22.294	1.402
41	28.40	21.50	3.068	0.891	1.122	21.755	1.452
42	46.00	20.20	3.006	0.913	1.095	21.160	1.511
43	29.40	19.80	2.986	0.935	1.070	20.484	1.584
44	37.60	19.10	2.950	0.957	1.045	19.675	1.679
45	42.80	17.40	2.856	0.978	1.022	18.599	1.819

Fuente: Elaboración propia.

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA MUESTRA

MUESTRA		LOGARITMICA	
Nro datos	45	Nro datos	45
Suma	1349.50	Suma	151.70
Media	29.989	Media	3.371
Desviación Estand:	7.432	Desviación Estandar	0.246
Coef Asimetria	0.494	Coef Asimetria	0.049
Coef Variación	0.248	Coef Variación	0.073

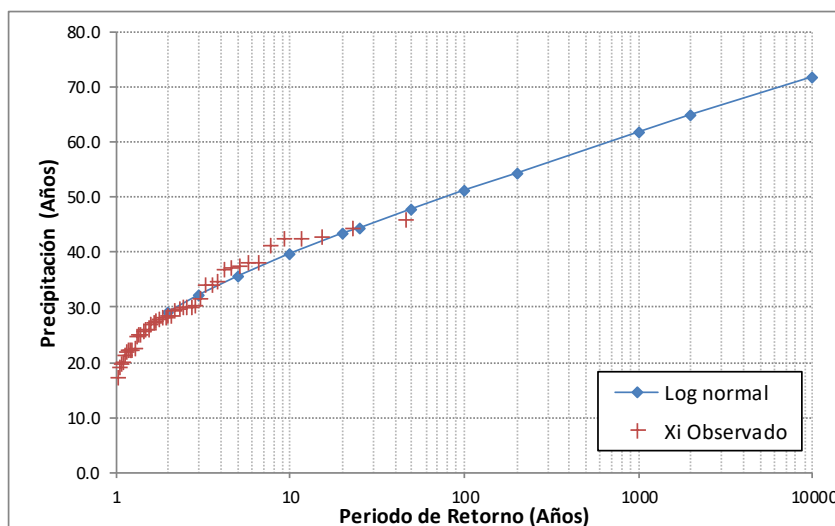
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

MOMENTOS		MAXIMA VEROSIMILITUD	
$\mu_y =$	3.3712	$\mu_y =$	3.3712
$\sigma_y =$	0.2434	$\sigma_y =$	0.2434

EVENTO ESPERADO AL 95% DE CONFIANZA PARA DIFERENTES TR

T (Años)	P	V	U_T	XT	Desv. Stand. Momentos	Desv. Stand. Max. Veros.
10000	0.0001	4.292	3.718	72.0	3.12	3.09
2000	0.0005	3.899	3.290	64.8	2.81	2.79
1000	0.0010	3.717	3.090	61.8	2.66	2.64
200	0.0050	3.255	2.576	54.5	2.30	2.29
100	0.0100	3.035	2.326	51.3	2.13	2.12
50	0.0200	2.797	2.054	48.0	1.95	1.94
25	0.0400	2.537	1.751	44.6	1.76	1.75
20	0.0500	2.448	1.645	43.4	1.70	1.69
10	0.1000	2.146	1.281	39.8	1.49	1.48
5	0.2000	1.794	0.841	35.7	1.29	1.28
3	0.3333	1.482	0.430	32.3	1.16	1.15
2	0.5000	1.177	0.000	29.1	1.11	1.10

Fuente: Elaboración propia.



DISTRIBUCION LOG NORMAL 3 - ESTACION PROGRESO

Nro	Xi	Xi Observado	LN(Xi)	Weibull Prob.	XT Momentos	XT Max.Veros	Desv. Stand.
1	31.70	46.00	3.829	0.022	46.8	45.04	1.931
2	28.40	44.60	3.798	0.043	43.8	42.68	1.739
3	22.50	42.80	3.757	0.065	41.9	41.16	1.622
4	28.50	42.60	3.752	0.087	40.5	40.00	1.537
5	22.40	42.50	3.750	0.109	39.3	39.05	1.470
6	25.80	41.20	3.718	0.130	38.4	38.23	1.415
7	27.10	38.30	3.645	0.152	37.5	37.50	1.369
8	42.50	38.10	3.640	0.174	36.8	36.83	1.330
9	34.10	37.60	3.627	0.196	36.1	36.22	1.295
10	38.30	37.40	3.622	0.217	35.5	35.65	1.265
11	17.40	37.00	3.611	0.239	34.9	35.12	1.239
12	19.80	34.90	3.552	0.261	34.3	34.61	1.216
13	34.90	34.20	3.532	0.283	33.8	34.12	1.196
14	30.00	34.10	3.529	0.304	33.3	33.65	1.178
15	37.00	31.70	3.456	0.326	32.8	33.20	1.163
16	20.20	30.50	3.418	0.348	32.3	32.76	1.149
17	22.00	30.20	3.408	0.370	31.9	32.33	1.138
18	27.50	30.00	3.401	0.391	31.4	31.91	1.129
19	27.20	30.00	3.401	0.413	31.0	31.50	1.121
20	19.10	29.80	3.395	0.435	30.6	31.09	1.115
21	28.50	29.40	3.381	0.457	30.2	30.69	1.111
22	44.60	28.50	3.350	0.478	29.8	30.29	1.109
23	21.50	28.50	3.350	0.500	29.4	29.89	1.108
24	38.10	28.40	3.346	0.522	29.0	29.50	1.109
25	25.00	28.40	3.346	0.543	28.6	29.10	1.111
26	24.80	28.00	3.332	0.565	28.2	28.70	1.115
27	22.70	27.50	3.314	0.587	27.8	28.30	1.121
28	30.20	27.20	3.303	0.609	27.4	27.89	1.129
29	34.20	27.10	3.300	0.630	27.0	27.49	1.138
30	30.00	26.20	3.266	0.652	26.6	27.07	1.149
31	37.40	26.20	3.266	0.674	26.2	26.64	1.162
32	28.00	25.80	3.250	0.696	25.8	26.21	1.177
33	26.20	25.00	3.219	0.717	25.4	25.76	1.194
34	22.40	25.00	3.219	0.739	25.0	25.30	1.214
35	30.50	24.80	3.211	0.761	24.6	24.82	1.236
36	41.20	22.70	3.122	0.783	24.1	24.32	1.262
37	29.80	22.50	3.114	0.804	23.6	23.80	1.290
38	26.20	22.40	3.109	0.826	23.2	23.24	1.322
39	42.60	22.40	3.109	0.848	22.6	22.64	1.359
40	25.00	22.00	3.091	0.870	22.1	22.00	1.402
41	28.40	21.50	3.068	0.891	21.5	21.28	1.452
42	46.00	20.20	3.006	0.913	20.8	20.48	1.511
43	29.40	19.80	2.986	0.935	20.0	19.54	1.584
44	37.60	19.10	2.950	0.957	19.1	18.37	1.679
45	42.80	17.40	2.856	0.978	17.8	16.76	1.819

Fuente: Elaboración propia.

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA MUESTRA

MUESTRA		LOGARITMICA	
Nro datos	45	Nro datos	45
Suma	1349.50	Suma	151.70
Media	29.989	Media	3.371
Desviación Estand:	7.432	Desviación Estandar	0.246
Coef Asimetría	0.494	Coef Asimetría	0.049
Coef Variación	0.248	Coef Variación	0.073

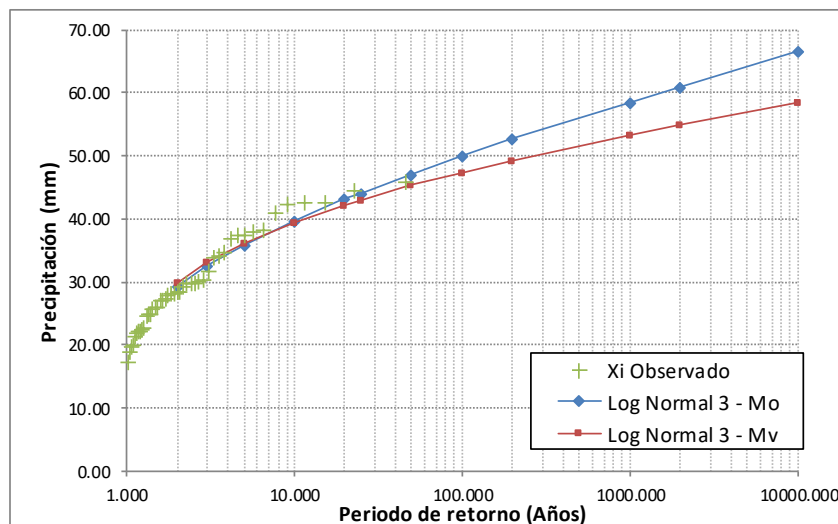
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

MOMENTOS	MAXIMA VEROSIMILITUD
$X_o = -15.5265$	$X_o = -250.0000$
$\mu_y = 3.8049$	$\mu_y = 5.6344$
$\sigma_y = 0.1622$	$\sigma_y = 0.0261$

EVENTO ESPERADO AL 95% DE CONFIANZA PARA DIFERENTES TR

T (Años)	P	V	U_T	XT Momentos	XT Max. Veros.	Desv. Stand. Momentos
10000	0.0001	4.292	3.718	66.6	58.42	3.12
2000	0.0005	3.899	3.290	61.1	54.99	2.81
1000	0.0010	3.717	3.090	58.6	53.40	2.66
200	0.0050	3.255	2.576	52.7	49.35	2.30
100	0.0100	3.035	2.326	50.0	47.41	2.13
50	0.0200	2.797	2.054	47.2	45.30	1.95
25	0.0400	2.537	1.751	44.1	42.98	1.76
20	0.0500	2.448	1.645	43.1	42.17	1.70
10	0.1000	2.146	1.281	39.8	39.41	1.49
5	0.2000	1.794	0.841	36.0	36.11	1.29
3	0.3333	1.482	0.430	32.6	33.05	1.16
2	0.5000	1.177	0.000	29.4	29.89	1.11

Fuente: Elaboración propia.



DISTRIBUCION PEARSON TIPO III - ESTACION PROGRESO

Nro	Xi	Xi Observado	LN(Xi)	Weibull Prob.	XT Momentos	XT Max.Veros	Desv. Stand.
1	31.70	46.00	3.829	0.022	46.8	48.6	1.19
2	28.40	44.60	3.798	0.043	43.8	44.85	0.939
3	22.50	42.80	3.757	0.065	41.9	42.59	0.806
4	28.50	42.60	3.752	0.087	40.5	40.93	0.721
5	22.40	42.50	3.750	0.109	39.4	39.60	0.661
6	25.80	41.20	3.718	0.130	38.4	38.49	0.618
7	27.10	38.30	3.645	0.152	37.6	37.53	0.585
8	42.50	38.10	3.640	0.174	36.8	36.68	0.559
9	34.10	37.60	3.627	0.196	36.1	35.91	0.539
10	38.30	37.40	3.622	0.217	35.5	35.21	0.523
11	17.40	37.00	3.611	0.239	34.9	34.56	0.510
12	19.80	34.90	3.552	0.261	34.3	33.96	0.499
13	34.90	34.20	3.532	0.283	33.8	33.39	0.491
14	30.00	34.10	3.529	0.304	33.3	32.85	0.483
15	37.00	31.70	3.456	0.326	32.8	32.34	0.477
16	20.20	30.50	3.418	0.348	32.3	31.85	0.472
17	22.00	30.20	3.408	0.370	31.9	31.38	0.467
18	27.50	30.00	3.401	0.391	31.4	30.93	0.463
19	27.20	30.00	3.401	0.413	31.0	30.49	0.459
20	19.10	29.80	3.395	0.435	30.6	30.06	0.456
21	28.50	29.40	3.381	0.457	30.2	29.65	0.452
22	44.60	28.50	3.350	0.478	29.8	29.24	0.449
23	21.50	28.50	3.350	0.500	29.4	28.85	0.446
24	38.10	28.40	3.346	0.522	29.0	28.46	0.443
25	25.00	28.40	3.346	0.543	28.6	28.08	0.440
26	24.80	28.00	3.332	0.565	28.2	27.70	0.438
27	22.70	27.50	3.314	0.587	27.8	27.32	0.435
28	30.20	27.20	3.303	0.609	27.4	26.95	0.432
29	34.20	27.10	3.300	0.630	27.0	26.58	0.429
30	30.00	26.20	3.266	0.652	26.6	26.21	0.426
31	37.40	26.20	3.266	0.674	26.2	25.84	0.423
32	28.00	25.80	3.250	0.696	25.8	25.47	0.420
33	26.20	25.00	3.219	0.717	25.4	25.09	0.417
34	22.40	25.00	3.219	0.739	25.0	24.71	0.415
35	30.50	24.80	3.211	0.761	24.5	24.33	0.413
36	41.20	22.70	3.122	0.783	24.1	23.93	0.411
37	29.80	22.50	3.114	0.804	23.6	23.53	0.410
38	26.20	22.40	3.109	0.826	23.1	23.11	0.411
39	42.60	22.40	3.109	0.848	22.6	22.68	0.414
40	25.00	22.00	3.091	0.870	22.1	22.22	0.420
41	28.40	21.50	3.068	0.891	21.4	21.73	0.429
42	46.00	20.20	3.006	0.913	20.8	21.20	0.446
43	29.40	19.80	2.986	0.935	20.0	20.61	0.473
44	37.60	19.10	2.950	0.957	19.1	19.92	0.519
45	42.80	17.40	2.856	0.978	17.8	19.04	0.606

Fuente: Elaboración propia.

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA MUESTRA

MUESTRA		LOGARITMICA	
Nro datos	45	Nro datos	45
Suma	1349.50	Suma	151.70
Media	29.989	Media	3.371
Desviación Estand:	7.432	Desviación Estandar	0.246
Coef Asimetría	0.494	Coef Asimetría	0.049
Coef Variación	0.248	Coef Variación	0.073

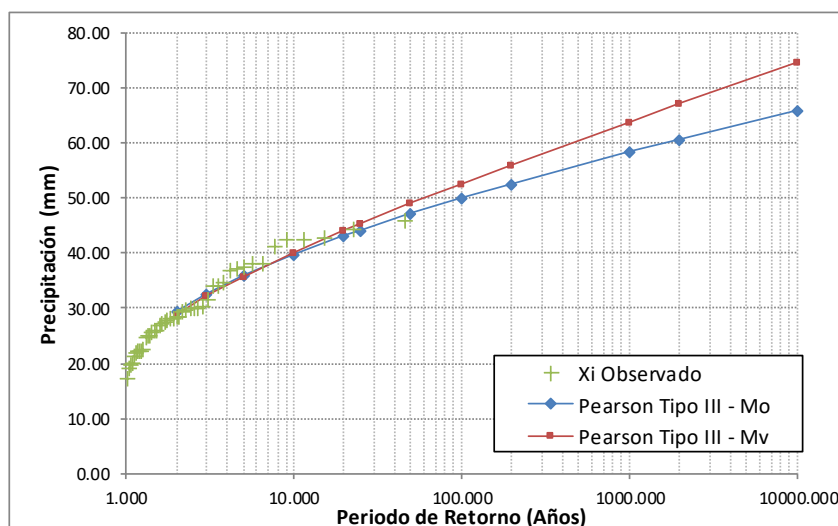
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

MOMENTOS	MAXIMA VEROSIMILITUD
$X_0 = -0.0874$	$X_0 = 13.5849$
$\alpha = 1.8363$	$\alpha = 3.5010$
$\beta = 16.3783$	$\beta = 4.6855$

EVENTO ESPERADO AL 95% DE CONFIANZA PARA DIFERENTES TR

T (Años)	P	V	U_T	XT Momentos	XT Max. Veros.	Desv. Stand. Momentos
10000	0.0001	4.292	3.718	65.9	74.5	3.67
2000	0.0005	3.899	3.290	60.7	67.1	2.87
1000	0.0010	3.717	3.090	58.3	63.8	2.54
200	0.0050	3.255	2.576	52.6	56.0	1.80
100	0.0100	3.035	2.326	49.9	52.6	1.51
50	0.0200	2.797	2.054	47.1	49.0	1.23
25	0.0400	2.537	1.751	44.2	45.3	0.97
20	0.0500	2.448	1.645	43.2	44.1	0.89
10	0.1000	2.146	1.281	39.8	40.1	0.68
5	0.2000	1.794	0.841	36.0	35.8	0.54
3	0.3333	1.482	0.430	32.6	32.2	0.48
2	0.5000	1.177	0.000	29.4	28.8	0.45

Fuente: Elaboración propia.



DISTRIBUCION LOG PEARSON TIPO III - ESTACION PROGRESO

Nro	Xi	Xi Observado	LN(Xi)	Weibull Prob.	XT Momentos	XT Max.Veros	Desv. Stand.
1	31.70	46.00	3.829	0.022	48.1	49.2	1.194
2	28.40	44.60	3.798	0.043	44.5	45.08	0.939
3	22.50	42.80	3.757	0.065	42.4	42.66	0.806
4	28.50	42.60	3.752	0.087	40.8	40.92	0.721
5	22.40	42.50	3.750	0.109	39.5	39.55	0.661
6	25.80	41.20	3.718	0.130	38.4	38.41	0.618
7	27.10	38.30	3.645	0.152	37.5	37.43	0.585
8	42.50	38.10	3.640	0.174	36.7	36.57	0.559
9	34.10	37.60	3.627	0.196	35.9	35.80	0.539
10	38.30	37.40	3.622	0.217	35.3	35.10	0.523
11	17.40	37.00	3.611	0.239	34.6	34.45	0.510
12	19.80	34.90	3.552	0.261	34.0	33.85	0.499
13	34.90	34.20	3.532	0.283	33.5	33.28	0.491
14	30.00	34.10	3.529	0.304	33.0	32.75	0.483
15	37.00	31.70	3.456	0.326	32.5	32.25	0.477
16	20.20	30.50	3.418	0.348	32.0	31.77	0.472
17	22.00	30.20	3.408	0.370	31.5	31.30	0.467
18	27.50	30.00	3.401	0.391	31.1	30.86	0.463
19	27.20	30.00	3.401	0.413	30.7	30.43	0.459
20	19.10	29.80	3.395	0.435	30.3	30.02	0.456
21	28.50	29.40	3.381	0.457	29.8	29.61	0.452
22	44.60	28.50	3.350	0.478	29.4	29.22	0.449
23	21.50	28.50	3.350	0.500	29.1	28.83	0.446
24	38.10	28.40	3.346	0.522	28.7	28.45	0.443
25	25.00	28.40	3.346	0.543	28.3	28.08	0.440
26	24.80	28.00	3.332	0.565	27.9	27.71	0.438
27	22.70	27.50	3.314	0.587	27.5	27.35	0.435
28	30.20	27.20	3.303	0.609	27.2	26.98	0.432
29	34.20	27.10	3.300	0.630	26.8	26.62	0.429
30	30.00	26.20	3.266	0.652	26.4	26.26	0.426
31	37.40	26.20	3.266	0.674	26.0	25.90	0.423
32	28.00	25.80	3.250	0.696	25.7	25.54	0.420
33	26.20	25.00	3.219	0.717	25.3	25.17	0.417
34	22.40	25.00	3.219	0.739	24.9	24.79	0.415
35	30.50	24.80	3.211	0.761	24.5	24.42	0.413
36	41.20	22.70	3.122	0.783	24.1	24.03	0.411
37	29.80	22.50	3.114	0.804	23.6	23.63	0.410
38	26.20	22.40	3.109	0.826	23.2	23.21	0.411
39	42.60	22.40	3.109	0.848	22.7	22.78	0.414
40	25.00	22.00	3.091	0.870	22.2	22.31	0.420
41	28.40	21.50	3.068	0.891	21.7	21.82	0.429
42	46.00	20.20	3.006	0.913	21.1	21.28	0.446
43	29.40	19.80	2.986	0.935	20.4	20.67	0.473
44	37.60	19.10	2.950	0.957	19.7	19.94	0.519
45	42.80	17.40	2.856	0.978	18.6	18.99	0.606

Fuente: Elaboración propia.

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA MUESTRA

MUESTRA		LOGARITMICA	
Nro datos	45	Nro datos	45
Suma	1349.50	Suma	151.70
Media	29.989	Media	3.371
Desviación Estand:	7.432	Desviación Estandar	0.246
Coef Asimetría	0.494	Coef Asimetría	0.049
Coef Variación	0.248	Coef Variación	0.073

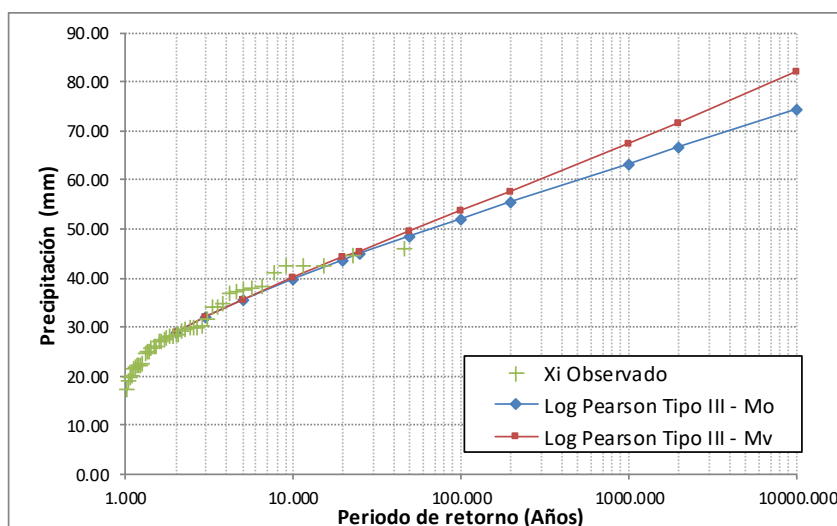
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

MOMENTOS	MAXIMA VEROSIMILITUD
Yo = -6.6547	Yo = 1.3091
α = 0.0060	α = 0.0291
β = 1659.5560	β = 70.8876

EVENTO ESPERADO AL 95% DE CONFIANZA PARA DIFERENTES TR

T (Años)	P	V	U _T	XT Momentos	XT Max. Veros.	Desv. Stand. Momentos
10000	0.0001	4.292	3.718	74.6	82.3	3.67
2000	0.0005	3.899	3.290	66.7	71.8	2.87
1000	0.0010	3.717	3.090	63.4	67.5	2.54
200	0.0050	3.255	2.576	55.5	57.8	1.80
100	0.0100	3.035	2.326	52.1	53.7	1.51
50	0.0200	2.797	2.054	48.6	49.6	1.23
25	0.0400	2.537	1.751	45.0	45.6	0.97
20	0.0500	2.448	1.645	43.8	44.3	0.89
10	0.1000	2.146	1.281	40.0	40.1	0.68
5	0.2000	1.794	0.841	35.8	35.7	0.54
3	0.3333	1.482	0.430	32.3	32.1	0.48
2	0.5000	1.177	0.000	29.1	28.8	0.45

Fuente: Elaboración propia.



DISTRIBUCION GAMMA - ESTACION PROGRESO

Nro	Xi	Xi Observado	LN(Xi)	Weibull Prob.	XT Momentos	XT Max. Veros.	Desv. Stand.
1	31.70	46.00	3.829	0.022	46.8	46.4	1.931
2	28.40	44.60	3.798	0.043	43.8	43.5	1.739
3	22.50	42.80	3.757	0.065	41.9	41.6	1.622
4	28.50	42.60	3.752	0.087	40.5	40.3	1.537
5	22.40	42.50	3.750	0.109	39.4	39.2	1.470
6	25.80	41.20	3.718	0.130	38.4	38.2	1.415
7	27.10	38.30	3.645	0.152	37.6	37.4	1.369
8	42.50	38.10	3.640	0.174	36.8	36.7	1.330
9	34.10	37.60	3.627	0.196	36.1	36.0	1.295
10	38.30	37.40	3.622	0.217	35.5	35.4	1.265
11	17.40	37.00	3.611	0.239	34.9	34.8	1.239
12	19.80	34.90	3.552	0.261	34.3	34.2	1.216
13	34.90	34.20	3.532	0.283	33.8	33.7	1.196
14	30.00	34.10	3.529	0.304	33.3	33.2	1.178
15	37.00	31.70	3.456	0.326	32.8	32.8	1.163
16	20.20	30.50	3.418	0.348	32.3	32.3	1.149
17	22.00	30.20	3.408	0.370	31.9	31.9	1.138
18	27.50	30.00	3.401	0.391	31.4	31.4	1.129
19	27.20	30.00	3.401	0.413	31.0	31.0	1.121
20	19.10	29.80	3.395	0.435	30.6	30.6	1.115
21	28.50	29.40	3.381	0.457	30.2	30.2	1.111
22	44.60	28.50	3.350	0.478	29.8	29.8	1.109
23	21.50	28.50	3.350	0.500	29.4	29.4	1.108
24	38.10	28.40	3.346	0.522	29.0	29.0	1.109
25	25.00	28.40	3.346	0.543	28.6	28.6	1.111
26	24.80	28.00	3.332	0.565	28.2	28.2	1.115
27	22.70	27.50	3.314	0.587	27.8	27.9	1.121
28	30.20	27.20	3.303	0.609	27.4	27.5	1.129
29	34.20	27.10	3.300	0.630	27.0	27.1	1.138
30	30.00	26.20	3.266	0.652	26.6	26.7	1.149
31	37.40	26.20	3.266	0.674	26.2	26.3	1.162
32	28.00	25.80	3.250	0.696	25.8	25.9	1.177
33	26.20	25.00	3.219	0.717	25.4	25.5	1.194
34	22.40	25.00	3.219	0.739	25.0	25.1	1.214
35	30.50	24.80	3.211	0.761	24.5	24.7	1.236
36	41.20	22.70	3.122	0.783	24.1	24.2	1.262
37	29.80	22.50	3.114	0.804	23.6	23.8	1.290
38	26.20	22.40	3.109	0.826	23.1	23.3	1.322
39	42.60	22.40	3.109	0.848	22.6	22.8	1.359
40	25.00	22.00	3.091	0.870	22.1	22.2	1.402
41	28.40	21.50	3.068	0.891	21.4	21.6	1.452
42	46.00	20.20	3.006	0.913	20.8	21.0	1.511
43	29.40	19.80	2.986	0.935	20.0	20.2	1.584
44	37.60	19.10	2.950	0.957	19.1	19.3	1.679
45	42.80	17.40	2.856	0.978	17.8	18.1	1.819

Fuente: Elaboración propia.

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA MUESTRA

MUESTRA		LOGARITMICA	
Nro datos	45	Nro datos	45
Suma	1349.50	Suma	151.70
Media	29.989	Media	3.371
Desviación Estand:	7.432	Desviación Estandar	0.246
Coef Asimetría	0.494	Coef Asimetría	0.049
Coef Variación	0.248	Coef Variación	0.073

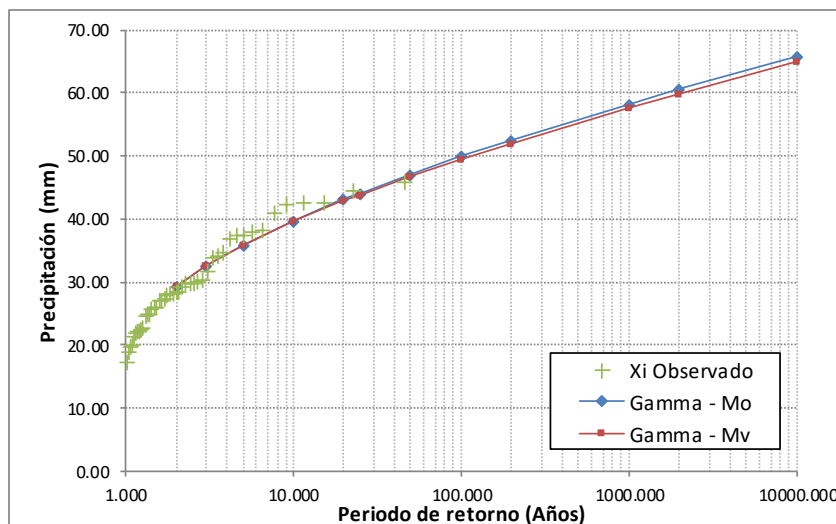
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

MOMENTOS	MAXIMA VEROSIMILITUD
$\alpha = 1.8417$	$\alpha = 1.7590$
$\beta = 16.2833$	$\beta = 17.0491$

EVENTO ESPERADO AL 95% DE CONFIANZA PARA DIFERENTES TR

T (Años)	P	V	U _T	XT Momentos	XT Max. Veros.	Desv. Stand. Momentos
10000	0.0001	4.292	3.718	65.9	64.9	3.12
2000	0.0005	3.899	3.290	60.7	59.9	2.81
1000	0.0010	3.717	3.090	58.3	57.6	2.66
200	0.0050	3.255	2.576	52.6	52.0	2.30
100	0.0100	3.035	2.326	49.9	49.4	2.13
50	0.0200	2.797	2.054	47.2	46.7	1.95
25	0.0400	2.537	1.751	44.2	43.8	1.76
20	0.0500	2.448	1.645	43.2	42.8	1.70
10	0.1000	2.146	1.281	39.8	39.6	1.49
5	0.2000	1.794	0.841	36.0	35.9	1.29
3	0.3333	1.482	0.430	32.6	32.6	1.16
2	0.5000	1.177	0.000	29.4	29.4	1.11

Fuente: Elaboración propia.



DISTRIBUCION GUMBEL - ESTACION PROGRESO

Nro	X_i	X_i Observado	$LN(X_i)$	Weibull Prob.	XT Momentos	XT Max. Veros.	Desv. Stand.
1	31.70	46.00	3.829	0.022	48.8	49.8	6.38
2	28.40	44.60	3.798	0.043	44.7	45.5	6.07
3	22.50	42.80	3.757	0.065	42.3	43.0	5.90
4	28.50	42.60	3.752	0.087	40.5	41.1	5.77
5	22.40	42.50	3.750	0.109	39.2	39.7	5.68
6	25.80	41.20	3.718	0.130	38.0	38.5	5.60
7	27.10	38.30	3.645	0.152	37.1	37.5	5.54
8	42.50	38.10	3.640	0.174	36.2	36.6	5.48
9	34.10	37.60	3.627	0.196	35.5	35.8	5.44
10	38.30	37.40	3.622	0.217	34.8	35.1	5.39
11	17.40	37.00	3.611	0.239	34.2	34.4	5.35
12	19.80	34.90	3.552	0.261	33.6	33.8	5.32
13	34.90	34.20	3.532	0.283	33.0	33.2	5.28
14	30.00	34.10	3.529	0.304	32.5	32.7	5.25
15	37.00	31.70	3.456	0.326	32.0	32.2	5.22
16	20.20	30.50	3.418	0.348	31.6	31.7	5.20
17	22.00	30.20	3.408	0.370	31.1	31.2	5.17
18	27.50	30.00	3.401	0.391	30.7	30.8	5.15
19	27.20	30.00	3.401	0.413	30.3	30.3	5.12
20	19.10	29.80	3.395	0.435	29.9	29.9	5.10
21	28.50	29.40	3.381	0.457	29.5	29.5	5.08
22	44.60	28.50	3.350	0.478	29.1	29.1	5.06
23	21.50	28.50	3.350	0.500	28.8	28.7	5.04
24	38.10	28.40	3.346	0.522	28.4	28.4	5.02
25	25.00	28.40	3.346	0.543	28.1	28.0	5.00
26	24.80	28.00	3.332	0.565	27.7	27.6	4.98
27	22.70	27.50	3.314	0.587	27.4	27.3	4.96
28	30.20	27.20	3.303	0.609	27.0	26.9	4.94
29	34.20	27.10	3.300	0.630	26.7	26.5	4.93
30	30.00	26.20	3.266	0.652	26.3	26.2	4.91
31	37.40	26.20	3.266	0.674	26.0	25.8	4.89
32	28.00	25.80	3.250	0.696	25.6	25.4	4.87
33	26.20	25.00	3.219	0.717	25.3	25.1	4.86
34	22.40	25.00	3.219	0.739	24.9	24.7	4.84
35	30.50	24.80	3.211	0.761	24.6	24.3	4.82
36	41.20	22.70	3.122	0.783	24.2	23.9	4.80
37	29.80	22.50	3.114	0.804	23.8	23.5	4.78
38	26.20	22.40	3.109	0.826	23.4	23.1	4.77
39	42.60	22.40	3.109	0.848	23.0	22.6	4.75
40	25.00	22.00	3.091	0.870	22.5	22.2	4.73
41	28.40	21.50	3.068	0.891	22.0	21.6	4.71
42	46.00	20.20	3.006	0.913	21.5	21.1	4.68
43	29.40	19.80	2.986	0.935	20.8	20.4	4.65
44	37.60	19.10	2.950	0.957	20.0	19.5	4.62
45	42.80	17.40	2.856	0.978	18.9	18.3	4.58

Fuente: Elaboración propia.

PARAMETROS ESTADISTICOS DE LA MUESTRA

MUESTRA		LOGARITMICA	
Nro datos	45	Nro datos	45
Suma	1349.50	Suma	151.70
Media	29.989	Media	3.371
Desviación Estand:	7.432	Desviación Estandar	0.246
Coef Asimetria	0.494	Coef Asimetria	0.049
Coef Variación	0.248	Coef Variación	0.073

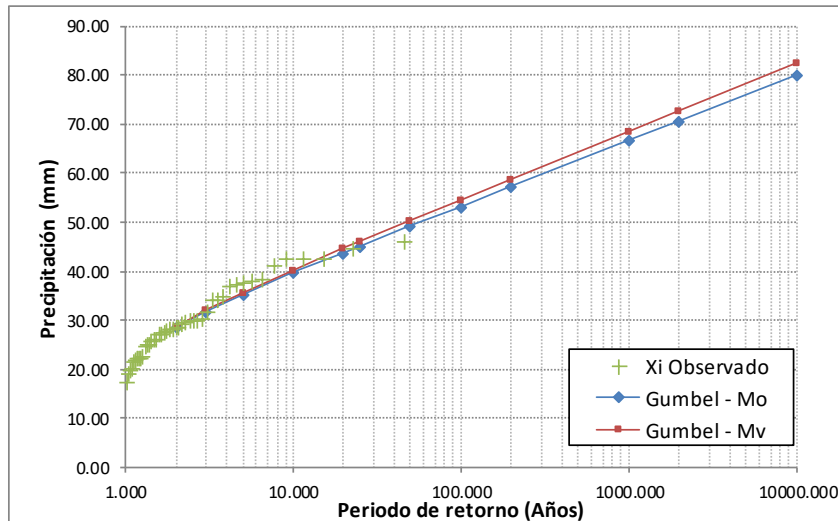
PARAMETROS DE LA DISTRIBUCION

MOMENTOS	MAXIMA VEROSIMILITUD
$v = 26.6446$	$v = 26.5055$
$\beta = 5.7945$	$\beta = 6.1013$

EVENTO ESPERADO AL 95% DE CONFIANZA PARA DIFERENTES TR

T (Años)	P	V	U_T	XT Momentos	XT Max. Veros.	Desv. Stand. Momentos
10000	0.0001	4.292	3.718	80.0	82.7	9.04
2000	0.0005	3.899	3.290	70.7	72.9	8.21
1000	0.0010	3.717	3.090	66.7	68.6	7.85
200	0.0050	3.255	2.576	57.3	58.8	7.06
100	0.0100	3.035	2.326	53.3	54.6	6.73
50	0.0200	2.797	2.054	49.3	50.3	6.42
25	0.0400	2.537	1.751	45.2	46.0	6.11
20	0.0500	2.448	1.645	43.9	44.6	6.01
10	0.1000	2.146	1.281	39.7	40.2	5.71
5	0.2000	1.794	0.841	35.3	35.7	5.43
3	0.3333	1.482	0.430	31.9	32.0	5.21
2	0.5000	1.177	0.000	28.8	28.7	5.04

Fuente: Elaboración propia.



7.7. Anexo G: Pruebas de bondad de ajuste – Estación Progreso.

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE - MÉTODO DEL ERROR CUADRÁTICO MÍNIMO - ESTACION PROGRESO

Nro	TR (años)	NORMAL		LOG NORMAL		LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL										
		Xt	(Xt-Xi) ²	Xt	(Xt-Xi) ²	Xtm	(Xt-Xi) ²	Xtv	(Xt-Xi) ²	Xtm	(Xt-Xi) ²	Xtm	(Xt-Xi) ²	Xtm	(Xt-Xi) ²	Xtv	(Xt-Xi) ²							
1	46.0	45.0	1.0	47.6	2.5	46.8	0.6	45.0	0.9	46.8	6.6	48.1	4.6	49.2	10.0	46.8	0.6	46.4	0.1	48.8	7.7	49.8	14.4	
2	23.0	44.6	42.7	3.6	44.2	0.2	43.8	0.7	42.7	3.7	43.8	0.6	44.9	0.1	44.5	0.2	43.8	0.6	43.5	1.3	44.7	0.0	45.5	0.8
3	15.3	42.8	41.2	2.5	42.1	0.5	41.9	0.8	41.2	2.7	41.9	0.8	42.6	0.8	42.7	0.0	41.9	0.8	41.6	1.4	42.3	0.3	43.0	0.0
4	11.5	42.6	40.1	6.3	40.5	4.3	40.5	4.5	40.0	6.7	40.5	4.3	40.9	2.8	40.8	2.8	40.5	4.3	40.3	5.4	40.5	4.3	41.1	2.2
5	9.2	42.5	39.2	11.2	39.3	10.2	39.3	10.0	39.0	11.9	39.4	9.7	39.6	8.4	39.5	9.1	39.6	8.7	39.2	11.1	39.2	11.1	39.7	7.9
6	7.7	41.2	38.3	8.2	38.3	8.6	38.4	8.0	38.2	8.8	38.4	7.8	38.5	7.3	38.4	7.8	38.4	7.8	38.2	8.9	38.0	9.9	38.5	7.2
7	6.6	38.3	37.6	0.5	37.4	0.8	37.5	0.6	37.5	0.6	37.6	0.5	37.5	0.7	37.4	0.7	37.6	0.5	37.4	0.8	37.1	1.5	37.5	0.6
8	5.8	38.1	37.0	1.3	36.6	2.3	36.8	1.7	36.8	1.7	36.7	2.0	36.7	2.0	36.7	2.3	36.8	1.7	36.7	2.1	36.2	3.5	36.6	2.2
9	5.1	37.6	36.4	1.5	35.9	3.0	36.1	2.3	36.2	1.9	36.1	2.2	35.9	2.8	35.8	3.2	36.1	2.2	36.0	2.6	35.5	4.5	35.8	3.2
10	4.6	37.4	35.8	2.6	35.2	4.8	35.5	3.8	35.7	3.0	35.5	3.7	35.2	4.8	35.1	5.3	35.5	3.7	35.4	4.1	34.8	6.8	35.1	5.4
11	4.2	37.0	35.3	3.0	34.6	5.8	34.9	4.6	35.1	3.5	34.9	4.5	34.6	5.9	34.6	6.5	34.9	4.5	34.8	4.9	34.2	8.1	34.4	6.7
12	3.8	34.9	34.7	0.0	34.0	0.8	34.3	0.3	34.6	0.1	34.3	0.3	34.0	0.9	34.0	0.7	33.8	1.1	34.3	0.3	34.2	0.4	33.6	1.7
13	3.5	34.2	34.3	0.0	33.5	0.5	33.8	0.2	34.1	0.0	33.8	0.2	33.4	0.7	33.5	0.5	33.3	0.8	33.8	0.2	33.7	0.2	33.0	1.4
14	3.3	34.1	33.8	0.1	33.0	1.3	33.3	0.7	33.7	0.7	33.3	1.6	33.0	1.3	32.8	1.8	33.3	0.7	33.2	0.8	32.5	2.5	32.7	2.0
15	3.1	31.7	33.3	2.7	32.5	0.6	32.8	1.2	33.2	2.3	32.8	1.2	32.3	0.4	32.5	0.6	32.2	0.3	32.8	1.2	32.8	1.1	32.0	0.2
16	2.9	30.5	32.9	5.7	32.0	2.3	32.3	3.4	32.8	5.1	32.3	3.4	31.8	1.8	32.0	2.2	31.8	1.6	32.3	3.4	32.3	3.2	31.6	1.1
17	2.7	30.2	32.5	5.1	31.6	1.9	31.9	2.8	32.3	4.5	31.9	2.8	31.4	1.4	31.5	1.8	31.3	1.2	31.9	2.8	31.9	2.7	31.1	0.9
18	2.6	30.0	32.0	4.1	31.1	1.3	31.4	2.1	31.9	3.7	31.4	2.1	30.9	0.9	31.1	1.2	30.9	0.7	31.4	2.1	31.4	2.0	30.7	0.5
19	2.4	30.0	31.6	2.6	30.7	0.5	31.0	1.0	31.5	2.2	31.0	1.0	30.5	0.2	30.4	0.2	31.0	1.0	31.0	1.0	30.3	0.1	30.3	0.1
20	2.3	29.8	31.2	2.0	30.3	0.2	30.6	0.6	31.1	1.7	30.6	0.6	30.1	0.1	30.3	0.2	30.0	0.0	30.6	0.6	29.9	0.0	29.9	0.0
21	2.2	29.4	30.8	2.0	29.9	0.2	30.2	0.6	30.7	1.7	30.2	0.6	29.6	0.1	29.8	0.2	29.6	0.0	30.2	0.6	29.5	0.0	29.5	0.0
22	2.1	28.5	30.4	3.6	29.5	1.0	29.8	1.7	30.3	3.2	29.8	1.6	29.2	0.6	29.4	0.9	29.2	0.5	29.8	1.6	29.8	1.7	29.1	0.4
23	2.0	28.5	30.0	2.2	29.1	0.4	29.4	0.8	29.9	1.9	29.4	0.8	28.8	0.1	29.1	0.3	28.8	0.1	29.4	0.8	29.8	0.1	28.7	0.1
24	1.9	28.4	29.6	1.4	28.7	0.1	29.0	0.4	29.5	1.2	29.0	0.3	28.5	0.0	28.7	0.1	28.5	0.0	29.0	0.3	29.0	0.4	28.4	0.0
25	1.8	28.4	29.2	0.6	28.4	0.0	28.6	0.0	29.1	0.5	28.6	0.0	28.1	0.1	28.3	0.0	28.1	0.1	28.6	0.0	28.6	0.1	28.1	0.1
26	1.8	28.0	28.8	0.6	28.0	0.0	28.2	0.0	28.7	0.5	28.2	0.0	27.7	0.1	27.9	0.0	27.7	0.1	28.2	0.0	28.2	0.1	27.7	0.1
27	1.7	27.5	28.4	0.7	27.6	0.0	27.8	0.1	28.3	0.6	27.8	0.1	27.3	0.0	27.5	0.0	27.3	0.0	27.8	0.1	27.9	0.1	27.4	0.0
28	1.6	27.2	27.9	0.6	27.2	0.0	27.4	0.1	27.9	0.5	27.4	0.0	27.0	0.1	27.2	0.0	27.0	0.0	27.4	0.0	27.5	0.1	27.0	0.0
29	1.6	27.1	27.5	0.2	26.9	0.1	27.0	0.0	27.5	0.1	27.0	0.0	26.6	0.3	26.8	0.1	26.6	0.2	27.0	0.0	27.1	0.0	26.7	0.2
30	1.5	26.2	27.1	0.8	26.5	0.1	26.6	0.2	27.1	0.8	26.6	0.2	26.2	0.0	26.4	0.0	26.3	0.0	26.6	0.2	26.7	0.3	26.3	0.0
31	1.5	26.2	26.7	0.2	26.1	0.0	26.2	0.0	26.6	0.2	26.2	0.0	25.8	0.1	26.0	0.0	25.9	0.1	26.2	0.0	26.3	0.0	25.8	0.2
32	1.4	25.8	26.2	0.2	25.7	0.0	25.8	0.0	26.2	0.2	25.8	0.0	25.5	0.1	25.7	0.0	25.5	0.1	25.8	0.0	25.9	0.0	25.6	0.0
33	1.4	25.0	25.8	0.6	25.3	0.1	25.4	0.2	25.8	0.6	25.4	0.2	25.1	0.0	25.3	0.1	25.2	0.0	25.4	0.2	25.5	0.3	25.3	0.1
34	1.4	25.0	25.3	0.1	25.0	0.0	25.0	0.0	25.3	0.1	25.0	0.0	24.7	0.1	24.9	0.0	24.8	0.0	25.0	0.0	25.1	0.0	24.9	0.0
35	1.3	24.8	24.8	0.0	24.6	0.1	24.6	0.1	24.8	0.0	24.5	0.1	24.3	0.2	24.5	0.1	24.4	0.1	24.5	0.1	24.7	0.0	24.6	0.1
36	1.3	22.7	24.3	2.4	24.1	2.1	24.1	2.0	24.3	2.6	24.1	1.9	23.9	1.5	24.1	1.9	24.0	1.8	24.1	1.9	24.2	2.3	24.2	2.3
37	1.2	22.5	23.7	1.5	23.7	1.5	23.6	1.3	23.8	1.7	23.6	1.2	23.5	1.1	23.6	1.3	23.6	1.3	23.6	1.2	23.8	1.6	23.8	1.7
38	1.2	22.4	23.1	0.5	23.3	0.7	23.2	0.6	23.2	0.7	23.1	0.5	23.1	0.5	23.2	0.6	23.2	0.7	23.1	0.5	23.3	0.8	23.4	1.0
39	1.2	22.4	22.5	0.0	22.8	0.2	22.6	0.2	22.6	0.1	22.6	0.0	22.7	0.1	22.7	0.1	22.8	0.1	22.6	0.0	22.8	0.1	23.0	0.3
40	1.2	22.0	21.8	0.0	22.3	0.1	22.1	0.0	22.0	0.0	22.1	0.0	22.2	0.0	22.2	0.1	22.3	0.1	22.1	0.0	22.2	0.1	22.5	0.3
41	1.1	21.5	21.1	0.2	21.8	0.1	21.5	0.0	21.3	0.0	21.4	0.0	21.7	0.1	21.7	0.0	21.8	0.1	21.4	0.0	21.6	0.0	22.0	0.3
42	1.1	20.2	20.2	0.0	21.2	0.9	20.8	0.3	20.5	0.1	20.8	0.3	21.2	1.0	21.1	0.8	21.3	1.2	20.8	0.3	21.0	0.6	21.5	1.6
43	1.1	19.8	19.3	0.3	20.5	0.5	20.0	0.0	19.5	0.1	20.0	0.0	20.6	0.7	20.4	0.4	20.7	0.8	20.0	0.0	20.2	0.2	20.8	1.1
44	1.0	19.1	18.0	1.2	19.7	0.3	19.1	0.0	18.4	0.5	19.1	0.0	19.9	0.7	19.7	0.3	19.9	0.5	19.1	0.0	19.3	0.0	20.0	0.9
45	1.0	17.4	16.3	1.2	18.6	1.4	17.8	0.2	16.8	0.4	17.8	0.2	19.0	2.7	18.6	1.4	19.0	2.5	17.8	0.2	18.1	0.5	18.9	2.1

N	C	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE	EE
45	7.56	1.15	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
7.56	9.22	1.15	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
1.15	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41
1.41	1.41	1.41	1.41	1.41</																				

PRUEBA DE CHI CUADRADO - ESTACION PROGRESO

Nro	Qi	Qi ordenado
1	31.70	46.00
2	28.40	44.60
3	22.50	42.80
4	28.50	42.60
5	22.40	42.50
6	25.80	41.20
7	27.10	38.30
8	42.50	38.10
9	34.10	37.60
10	38.30	37.40
11	17.40	37.00
12	19.80	34.90
13	34.90	34.20
14	30.00	34.10
15	37.00	31.70
16	20.20	30.50
17	22.00	30.20
18	27.50	30.00
19	27.20	30.00
20	19.10	29.80
21	28.50	29.40
22	44.60	28.50
23	21.50	28.50
24	38.10	28.40
25	25.00	28.40

Nro	Qi	Qi ordenado
26	24.80	28.00
27	22.70	27.50
28	30.20	27.20
29	34.20	27.10
30	30.00	26.20
31	37.40	26.20
32	28.00	25.80
33	26.20	25.00
34	22.40	25.00
35	30.50	24.80
36	41.20	22.70
37	29.80	22.50
38	26.20	22.40
39	42.60	22.40
40	25.00	22.00
41	28.40	21.50
42	46.00	20.20
43	29.40	19.80
44	37.60	19.10
45	42.80	17.40
46		
47		
48		
49		
50		

Nro de Datos: 45
 Prom 30.0
 Desv Stand 7.4
 Max 46.0
 Min 17.4

k= 6.51
 k= 7
 $\Delta x = 4.77$

Intervalo (i)	F(i)	F(Si)	Marca de clase	Frecuencia observada (Oi)
1	15.02	19.79	17	2
2	19.79	24.56	22	8
3	24.56	29.33	27	14
4	29.33	34.10	32	7
5	34.10	38.87	36	8
6	38.87	43.64	41	4
7	43.64	48.41	46	2
8				
9				
10				
TOTAL				45

DISTRIBUCION NORMAL

$\mu y = 29.9888889$
 $\sigma y = 7.43172628$

Intervalo (i)	F(Si)	F(i)	ϵ_i	$(Q_i - \epsilon_i)^2 / \epsilon_i$
1	0.085	0.022	2.83	0.24
2	0.232	0.085	6.64	0.28
3	0.464	0.232	10.44	1.21
4	0.710	0.464	11.04	1.48
5	0.884	0.710	7.84	0.00
6	0.967	0.884	3.74	0.02
7	0.993	0.967	1.20	0.54
8				
9				
10				
D=			43.71	3.78

$X^2 = 3.78$ $p = 0.05$
 $GL = 4$ $X^2 = 9.49$

3.78	<	9.49	SE ACEPTA
-------------	---	-------------	------------------

DISTRIBUCION LOG NORMAL

$\mu y = 3.3712$
 $\sigma y = 0.2434$

Intervalo (i)	F(Si)	F(i)	ϵ_i	$(Q_i - \epsilon_i)^2 / \epsilon_i$
1	0.056	0.003	2.38	0.06
2	0.242	0.056	8.36	0.02
3	0.512	0.242	12.14	0.28
4	0.742	0.512	10.35	1.08
5	0.882	0.742	6.33	0.44
6	0.952	0.882	3.12	0.25
7	0.982	0.952	1.34	0.32
8				
9				
10				
D=			44.03	2.46

$X^2 = 2.46$ $p = 0.05$
 $GL = 4$ $X^2 = 9.49$

2.46	<	9.49	SE ACEPTA
-------------	---	-------------	------------------

DISTRIBUCION LOG NORMAL 3 - MOMENTOS

$X_o = -15.5265$
 $\mu y = 3.8049$
 $\sigma y = 0.1622$

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi-ei)^2/εi
1	0.069	0.009	2.71	0.19
2	0.241	0.069	7.75	0.01
3	0.496	0.241	11.48	0.55
4	0.730	0.496	10.53	1.18
5	0.881	0.730	6.78	0.22
6	0.955	0.881	3.34	0.13
7	0.985	0.955	1.35	0.31
8				
9				
10				
D=			43.94	2.59

$X^2 = 2.59$ $p = 0.05$
 $GL = 3$ $X^2 = 7.81$

2.59 < 7.81 SE ACEPTA

DISTRIBUCION PEARSON TIPO III - MOMENTOS

$X_o = -0.0874$
 $\alpha = 1.8363$
 $\beta = 16.3783$

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi-ei)^2/εi
1	0.069	0.008	2.74	0.20
2	0.243	0.069	7.82	0.00
3	0.497	0.243	11.44	0.57
4	0.730	0.497	10.47	1.15
5	0.880	0.730	6.77	0.22
6	0.955	0.880	3.37	0.12
7	0.985	0.955	1.37	0.30
8				
9				
10				
D=			43.98	2.56

$X^2 = 2.56$ $p = 0.05$
 $GL = 3$ $X^2 = 7.81$

2.56 < 7.81 SE ACEPTA

DISTRIBUCION LOG NORMAL 3 - MAX VEROS

$X_o = -250$
 $\mu y = 5.6344$
 $\sigma y = 0.0261$

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi-ei)^2/εi
1	0.079	0.018	2.75	0.21
2	0.230	0.079	6.79	0.21
3	0.469	0.230	10.74	0.99
4	0.716	0.469	11.12	1.52
5	0.887	0.716	7.68	0.01
6	0.967	0.887	3.61	0.04
7	0.993	0.967	1.17	0.58
8				
9				
10				
D=			43.86	3.57

$X^2 = 3.57$ $p = 0.05$
 $GL = 3$ $X^2 = 7.81$

3.57 < 7.81 SE ACEPTA

DISTRIBUCION PEARSON TIPO III - MAX VEROS

$X_o = 13.5849$
 $\alpha = 3.5010$
 $\beta = 4.6855$

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi-ei)^2/εi
1	0.050	0.000	2.24	0.03
2	0.254	0.050	9.19	0.15
3	0.526	0.254	12.23	0.26
4	0.744	0.526	9.81	0.81
5	0.877	0.744	5.99	0.68
6	0.946	0.877	3.09	0.27
7	0.978	0.946	1.43	0.23
8				
9				
10				
D=			43.98	2.42

$X^2 = 2.42$ $p = 0.05$
 $GL = 3$ $X^2 = 7.81$

2.42 < 7.81 SE ACEPTA

DISTRIBUCION LOG PEARSON TIPO III - MOMENTOS

$Y_o = -6.6547$
 $\alpha = 0.0060$
 $\beta = 1659.5560$

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi-ei)^2/εi
1	0.057	0.003	2.42	0.07
2	0.246	0.057	8.50	0.03
3	0.515	0.246	12.11	0.29
4	0.741	0.515	10.17	0.99
5	0.879	0.741	6.22	0.51
6	0.949	0.879	3.12	0.25
7	0.979	0.949	1.39	0.27
8				
9				
10				
D=			43.93	2.42

$X^2 = 2.42$ $p = 0.05$
 $GL = 3$ $X^2 = 7.81$

2.42 < 7.81 SE ACEPTA

DISTRIBUCION GAMMA - MOMENTOS

$\alpha = 1.8417$
 $\beta = 16.2833$

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi-ei)^2/εi
1	0.049	0.005	2.00	0.00
2	0.194	0.049	6.51	0.34
3	0.431	0.194	10.68	1.03
4	0.672	0.431	10.84	1.36
5	0.844	0.672	7.71	0.01
6	0.937	0.844	4.19	0.01
7	0.978	0.937	1.84	0.01
8				
9				
10				
D=			43.78	2.77

$X^2 = 2.77$ $p = 0.05$
 $GL = 4$ $X^2 = 9.49$

2.77 < 9.49 SE ACEPTA

DISTRIBUCION LOG PEARSON TIPO III - MAX VEROS

Yo = 1.3091
 α = 0.0291
 β = 70.8876

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi- ϵ i)^2/ ϵ i
1	0.050	0.001	2.18	0.01
2	0.250	0.050	9.00	0.11
3	0.528	0.250	12.51	0.18
4	0.748	0.528	9.93	0.86
5	0.879	0.748	5.87	0.77
6	0.945	0.879	2.97	0.36
7	0.975	0.945	1.38	0.27
8				
9				
10				
D=			43.83	2.57

X2= 2.57 p= 0.05
 GL= 3 X2= 7.81

2.57	<	7.81	SE ACEPTA
-------------	---	-------------	------------------

DISTRIBUCION GAMMA - MAX VEROS

α = 1.7590
 β = 17.0491

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi- ϵ i)^2/ ϵ i
1	0.046	0.004	1.88	0.01
2	0.190	0.046	6.46	0.37
3	0.431	0.190	10.88	0.89
4	0.677	0.431	11.07	1.50
5	0.850	0.677	7.77	0.01
6	0.942	0.850	4.11	0.00
7	0.980	0.942	1.75	0.04
8				
9				
10				
D=			43.93	2.81

X2= 2.81 p= 0.05
 GL= 4 X2= 9.49

2.81	<	9.49	SE ACEPTA
-------------	---	-------------	------------------

DISTRIBUCION GUMBEL - MOMENTOS

v = 26.6446
 β = 5.7945

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi- ϵ i)^2/ ϵ i
1	0.038	0.001	1.69	0.06
2	0.238	0.038	9.01	0.11
3	0.533	0.238	13.25	0.04
4	0.758	0.533	10.16	0.98
5	0.886	0.758	5.73	0.90
6	0.948	0.886	2.81	0.51
7	0.977	0.948	1.29	0.38
8				
9				
10				
D=			43.93	2.99

X2= 2.99 p= 0.05
 GL= 4 X2= 9.49

2.99	<	9.49	SE ACEPTA
-------------	---	-------------	------------------

DISTRIBUCION GUMBEL - MAX VEROS

v = 26.5055
 β = 6.1013

Intervalo (i)	F(Si)	F(li)	ei	(Qi- ϵ i)^2/ ϵ i
1	0.049	0.001	2.16	0.01
2	0.252	0.049	9.14	0.14
3	0.533	0.252	12.61	0.15
4	0.750	0.533	9.76	0.78
5	0.876	0.750	5.71	0.92
6	0.941	0.876	2.93	0.40
7	0.973	0.941	1.41	0.25
8				
9				
10				
D=			43.71	2.65

X2= 2.65 p= 0.05
 GL= 4 X2= 9.49

2.65	<	9.49	SE ACEPTA
-------------	---	-------------	------------------

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE - KOLMOGOROV - SMIRNOV - ESTACION PROGRESO

Nro	Fo(Xi)	Xi	NORMAL		LOG NORMAL		LOG NORMAL 3		PEARSON TIPO III		LOG PEARSON TIPO III		GAMMA		GUMBEL											
			F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)	F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)	F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)	F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)	F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)	F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)	F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)	F(Xi)	Fo(Xi)/F(Xi)								
1	0.9783	46.0	0.9844	0.0061	0.9699	0.0083	0.9738	0.0045	0.9800	0.0057	0.9737	0.0045	0.9648	0.0135	0.9671	0.0112	0.9628	0.0155	0.9619	0.0164	0.9655	0.0128	0.9652	0.0131	0.9599	0.0184
2	0.9565	44.6	0.9754	0.0188	0.9602	0.0036	0.9639	0.0073	0.9751	0.0186	0.9637	0.0072	0.9545	0.0020	0.9570	0.0005	0.9529	0.0037	0.9484	0.0081	0.9527	0.0038	0.9559	0.0055	0.9498	0.0067
3	0.9348	42.8	0.9576	0.0228	0.9433	0.0085	0.9463	0.0115	0.9580	0.0232	0.9459	0.0112	0.9372	0.0024	0.9399	0.0052	0.9362	0.0015	0.9253	0.0095	0.9304	0.0044	0.9403	0.0005	0.9331	0.0016
4	0.9130	42.6	0.9551	0.0421	0.9411	0.0281	0.9440	0.0309	0.9555	0.0425	0.9436	0.0305	0.9349	0.0219	0.9377	0.0246	0.9341	0.0210	0.9222	0.0092	0.9274	0.0144	0.9383	0.0252	0.9310	0.0079
5	0.8913	42.5	0.9539	0.0626	0.9400	0.0487	0.9427	0.0514	0.9543	0.0630	0.9425	0.0511	0.9338	0.0425	0.9365	0.0452	0.9330	0.0417	0.9206	0.0293	0.9259	0.0346	0.9372	0.0459	0.9299	0.0386
6	0.8696	41.2	0.9343	0.0647	0.9232	0.0536	0.9249	0.0553	0.9354	0.0659	0.9243	0.0547	0.9170	0.0474	0.9197	0.0501	0.9169	0.0473	0.8978	0.0283	0.9037	0.0341	0.9221	0.0525	0.9140	0.0444
7	0.8478	38.3	0.8683	0.0205	0.8701	0.0223	0.8676	0.0198	0.8716	0.0238	0.8667	0.0189	0.8654	0.0175	0.8670	0.0192	0.8672	0.0193	0.8279	0.0199	0.8344	0.0134	0.8748	0.0269	0.8653	0.0175
8	0.8261	38.1	0.8625	0.0364	0.8655	0.0394	0.8626	0.0365	0.8659	0.0398	0.8617	0.0357	0.8609	0.0349	0.8625	0.0364	0.8629	0.0368	0.8220	0.0041	0.8285	0.0024	0.8707	0.0446	0.8611	0.0350
9	0.8043	37.6	0.8471	0.0428	0.8534	0.0490	0.8495	0.0452	0.8510	0.0467	0.8486	0.0443	0.8494	0.0450	0.8506	0.0462	0.8517	0.0473	0.8066	0.0022	0.8131	0.0087	0.8599	0.0555	0.8502	0.0458
10	0.7826	37.4	0.8407	0.0581	0.8483	0.0657	0.8440	0.0614	0.8447	0.0621	0.8431	0.0605	0.8445	0.0619	0.8455	0.0629	0.8469	0.0643	0.8002	0.0175	0.8066	0.0240	0.8553	0.0727	0.8456	0.0630
11	0.7609	37.0	0.8273	0.0664	0.8377	0.0768	0.8326	0.0717	0.8317	0.0708	0.8316	0.0708	0.8344	0.0736	0.8351	0.0742	0.8371	0.0762	0.7869	0.0260	0.7933	0.0324	0.8458	0.0850	0.8361	0.0752
12	0.7391	34.9	0.7456	0.0065	0.7718	0.0327	0.7620	0.0229	0.7515	0.0124	0.7612	0.0221	0.7723	0.0331	0.7705	0.0313	0.7761	0.0370	0.7072	0.0320	0.7128	0.0263	0.7862	0.0470	0.7768	0.0376
13	0.7174	34.2	0.7145	0.0029	0.7459	0.0285	0.7245	0.0172	0.7208	0.0034	0.7338	0.0164	0.7479	0.0305	0.7450	0.0276	0.7519	0.0345	0.6770	0.0404	0.6822	0.0352	0.7623	0.0449	0.7533	0.0359
14	0.6957	34.1	0.7099	0.0143	0.7420	0.0464	0.7305	0.0348	0.7162	0.0206	0.7286	0.0341	0.7443	0.0486	0.7412	0.0456	0.7483	0.0527	0.6726	0.0231	0.6777	0.0180	0.7587	0.0630	0.7497	0.0541
15	0.6739	31.7	0.5910	0.0829	0.6367	0.0372	0.6212	0.0527	0.5974	0.0287	0.6452	0.0528	0.6452	0.0528	0.6452	0.0528	0.6489	0.0250	0.5570	0.1169	0.5598	0.1141	0.6584	0.0155	0.6526	0.0213
16	0.6522	30.5	0.5724	0.1248	0.5758	0.0764	0.5596	0.0926	0.5331	0.1191	0.5599	0.0923	0.5874	0.0648	0.5780	0.0741	0.5902	0.0620	0.4943	0.1578	0.4957	0.1565	0.5980	0.0541	0.5948	0.0574
17	0.6304	30.2	0.5113	0.1191	0.5598	0.0706	0.5436	0.0868	0.5167	0.1137	0.5441	0.0864	0.5721	0.0583	0.5623	0.0681	0.5747	0.0558	0.4784	0.1521	0.4794	0.1511	0.5819	0.0485	0.5794	0.0510
18	0.6087	30.0	0.5006	0.1081	0.5490	0.0599	0.5329	0.0758	0.5058	0.1029	0.5334	0.0753	0.5618	0.0469	0.5517	0.0570	0.5641	0.0446	0.4677	0.1410	0.4684	0.1403	0.5710	0.0377	0.5689	0.0398
19	0.5870	30.0	0.5006	0.0864	0.5490	0.0379	0.5329	0.0540	0.5058	0.0881	0.5334	0.0535	0.5618	0.0252	0.5517	0.0353	0.5641	0.0228	0.4677	0.1193	0.4684	0.1185	0.5710	0.0160	0.5689	0.0180
20	0.5652	29.8	0.4899	0.0754	0.5381	0.0271	0.5221	0.0483	0.4949	0.0703	0.5227	0.0425	0.5531	0.0139	0.5409	0.0243	0.5534	0.0118	0.4570	0.1082	0.4575	0.1077	0.5598	0.0054	0.5584	0.0069
21	0.5435	29.4	0.4684	0.0751	0.5160	0.0274	0.5003	0.0432	0.4731	0.0704	0.5010	0.0424	0.5300	0.0135	0.5191	0.0244	0.5317	0.0118	0.4355	0.1080	0.4355	0.1080	0.5371	0.0064	0.5367	0.0067
22	0.5217	28.5	0.4206	0.1011	0.4651	0.0566	0.4507	0.0711	0.4242	0.0976	0.4517	0.0700	0.4806	0.0412	0.4687	0.0530	0.4810	0.0408	0.3873	0.1344	0.3862	0.1355	0.4838	0.0379	0.4862	0.0356
23	0.5000	28.5	0.4206	0.0794	0.4651	0.0349	0.4507	0.0493	0.4242	0.0758	0.4517	0.0483	0.4806	0.0194	0.4687	0.0313	0.4810	0.0190	0.3873	0.1127	0.3862	0.1138	0.4838	0.0162	0.4862	0.0138
24	0.4783	28.4	0.4154	0.0629	0.4594	0.0189	0.4451	0.0331	0.4188	0.0595	0.4462	0.0321	0.4750	0.0033	0.4630	0.0152	0.4752	0.0030	0.3820	0.0963	0.3808	0.0975	0.4778	0.0005	0.4804	0.0022
25	0.4565	28.4	0.4154	0.0412	0.4594	0.0029	0.4451	0.0114	0.4188	0.0377	0.4462	0.0103	0.4750	0.0018	0.4630	0.0065	0.4752	0.0187	0.3820	0.0745	0.3808	0.0758	0.4778	0.0022	0.4804	0.0024
26	0.4348	28.0	0.3945	0.0403	0.4363	0.0015	0.4230	0.0118	0.3974	0.0374	0.4241	0.0107	0.4523	0.0015	0.4402	0.0054	0.4520	0.0172	0.3608	0.0740	0.3591	0.0757	0.4752	0.0018	0.4571	0.0024
27	0.4130	27.5	0.3689	0.0442	0.4074	0.0057	0.3953	0.0178	0.3711	0.0420	0.3966	0.0165	0.4236	0.0106	0.4114	0.0017	0.4225	0.0095	0.3346	0.0784	0.3324	0.0807	0.4220	0.0090	0.4276	0.0145
28	0.3913	27.2	0.3537	0.0376	0.3900	0.0013	0.3788	0.0125	0.3555	0.0358	0.3801	0.0112	0.4063	0.0150	0.3941	0.0028	0.4047	0.0134	0.3191	0.0722	0.3166	0.0747	0.4031	0.0097	0.4018	0.0184
29	0.3696	27.1	0.3487	0.0208	0.3842	0.0146	0.3733	0.0037	0.3504	0.0192	0.3747	0.0051	0.4005	0.0309	0.3883	0.0187	0.3988	0.0292	0.3140	0.0556	0.3114	0.0582	0.3968	0.0272	0.4037	0.0184
30	0.3478	26.2	0.3051	0.0427	0.3324	0.0324	0.3247	0.0232	0.3054	0.0424	0.3262	0.0217	0.3481	0.0003	0.3366	0.0112	0.3451	0.0027	0.2691	0.0787	0.2656	0.0822	0.3997	0.0081	0.3495	0.0016
31	0.3261	26.2	0.3051	0.0210	0.3324	0.0063	0.3247	0.0014	0.3054	0.0207	0.3262	0.0001	0.3481	0.0021	0.3366	0.0105	0.3451	0.0190	0.2691	0.0570	0.2656	0.0604	0.3997	0.0136	0.3495	0.0024
32	0.3043	25.8	0.2865	0.0179	0.3098	0.0054	0.3036	0.0008	0.2862	0.0181	0.3051	0.0008	0.3250	0.0206	0.3139	0.0096	0.3214	0.0171	0.2499	0.0544	0.2462	0.0582	0.3145	0.0101	0.3254	0.0211
33	0.2826	25.0	0.2510	0.0316	0.2657	0.0169	0.2628	0.0198	0.2496	0.0330	0.2644	0.0182	0.2792	0.0034	0.2696	0.0130	0.2748	0.0078	0.2133	0.0693	0.2091	0.0735	0.2650	0.0177	0.2781	0.0045
34	0.2609	25.0	0.2510	0.0099	0.2657	0.0048	0.2628	0.0020	0.2496	0.0113	0.2644	0.0035	0.2792	0.0018	0.2696	0.0088	0.2748	0.0139	0.2133	0.0476	0.2091	0.0518	0.2650	0.0041	0.2781	0.0072
35	0.2391	24.8	0.2425	0.0034	0.2550	0.0158	0.2530	0.0139	0.2408	0.0117	0.2545	0.0154	0.2679	0.0288	0.2588	0.0197	0.2634	0.0243	0.2046	0.0346	0.2002	0.0389	0.2529	0.0137	0.2665	0.0273
36	0.2174	22.7	0.1634	0.0540	0.1533	0.0641	0.1599	0.0575	0.1592	0.0582	0.1610	0.0564	0.1584	0.0590	0.1559	0.0615	0.1538	0.0636	0.1239	0.0935	0.1192	0.0981	0.1387	0.0787	0.1548	0.0626
37	0.1957	22.5	0.1568	0.0389	0.1448	0.0508	0.1522	0.0435	0.1525	0.0431	0.1532	0.0425	0.1491	0.0466	0.1473	0.0483	0.1446	0.0510	0.1174	0.0783	0.1128	0.0829	0.1294	0.0662	0.1454	0.0502
38	0.1739	22.4	0.1536	0.0203	0.1407	0.0332	0.1484	0.0255	0.1492	0.0247	0.1494	0.0246	0.1445	0.0294	0.1431	0.0308	0.1402	0.0338	0.1142	0.0597	0.1096	0.0643	0.1249	0.0490	0.1409	0.0330
39	0.1522	22.4	0.1536	0.0014	0.1407	0.0115	0.1484	0.0038	0.1492	0.0030	0.1494	0.0028	0.1445	0.0077	0.1431	0.0091	0.1402	0.0120	0.1142	0.0380	0.1096	0.0426	0.1249	0.0273	0.1409	0.0113
40	0.1304	22.0	0.1412	0.0008	0.1248	0.0056	0.1338	0.0033	0.1365	0.0061	0.1346	0.0042	0.1268	0.0036	0.1269	0.0035	0.1229	0.0075	0.1020	0.0284	0.0975	0.0330	0.1076	0.0228	0.1234	0.0071
41																										

Cuadro de calificación para la elección al mejor ajuste – Estación Progreso.

DISTRIBUCIÓN	Error Cuadrático Mínimo	Chi Cuadrado	Kolmogorov - Smirnov	PROMEDIO
NORMAL	12	12	10	11.33
LOG NORMAL	6	3	5	4.67
LOG NORMAL 3 - MOMENTOS	4	6	8	6.00
LOG NORMAL 3 - MAX VEROS	11	11	9	10.33
PEARSON TIPO III - MOMENTOS	2	4	7	4.33
PEARSON TIPO III - MAX VEROS	3	1	1	1.67
LOG PEARSON TIPO III - MOMENTOS	5	2	2	3.00
LOG PEARSON TIPO III - MAX VEROS	9	5	4	6.00
GAMMA - MOMENTOS	1	8	12	7.00
GAMMA - MAX VEROS	8	9	11	9.33
GUMBEL - MOMENTOS	10	10	6	8.67
GUMBEL - MAX VEROS	7	7	3	5.67

Fuente: Elaboración propia.

7.8. Anexo H: Tormentas de diseño para cada sub cuenca en estudio.



Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 5 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (Hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670	
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
1.0	0.017	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6
1.5	0.026	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8
2.0	0.035	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.1	1.1
2.5	0.045	1.7	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	1.7	1.7	1.8	1.6	1.5	1.5
3.0	0.055	2.1	2.2	2.3	2.1	2.2	2.3	2.2	2.1	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	2.2	2.1	2.1	2.2	2.0	1.8	1.8
3.5	0.065	2.5	2.6	2.7	2.5	2.7	2.7	2.6	2.4	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	2.6	2.5	2.5	2.6	2.4	2.1	2.1
4.0	0.076	3.0	3.0	3.1	2.9	3.1	3.2	3.0	2.9	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	3.0	2.9	2.9	3.0	2.8	2.5	2.5
4.5	0.087	3.4	3.5	3.6	3.3	3.5	3.6	3.4	3.3	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	3.5	3.3	3.3	3.4	3.2	2.8	2.8
5.0	0.099	3.8	4.0	4.1	3.8	4.0	4.1	3.9	3.7	3.3	3.2	3.4	3.2	3.2	3.9	3.8	3.8	3.9	3.6	3.2	3.2
5.5	0.112	4.3	4.5	4.6	4.3	4.6	4.7	4.4	4.2	3.7	3.7	3.8	3.6	3.6	4.5	4.3	4.3	4.4	4.1	3.6	3.6
6.0	0.125	4.9	5.0	5.1	4.8	5.1	5.2	4.9	4.7	4.2	4.1	4.2	4.0	4.0	5.0	4.8	4.8	4.9	4.6	4.1	4.1
6.5	0.140	5.4	5.6	5.8	5.3	5.7	5.8	5.5	5.3	4.7	4.6	4.7	4.5	4.5	5.6	5.4	5.4	5.5	5.1	4.6	4.6
7.0	0.156	6.1	6.2	6.4	5.9	6.4	6.5	6.2	5.9	5.2	5.1	5.3	5.0	5.0	6.2	6.0	6.0	6.2	5.7	5.1	5.1
7.5	0.174	6.8	7.0	7.2	6.6	7.1	7.3	6.9	6.6	5.8	5.7	5.9	5.6	5.6	6.9	6.7	6.7	6.9	6.4	5.7	5.7
8.0	0.194	7.5	7.8	8.0	7.4	7.9	8.1	7.7	7.3	6.4	6.4	6.6	6.3	6.3	7.7	7.5	7.5	7.7	7.1	6.3	6.3
8.5	0.219	8.5	8.8	9.0	8.3	8.9	9.1	8.6	8.2	7.3	7.2	7.4	7.1	7.1	8.7	8.4	8.4	8.7	8.0	7.1	7.1
9.0	0.254	9.9	10.2	10.5	9.7	10.4	10.6	10.0	9.6	8.4	8.3	8.6	8.2	8.2	10.1	9.8	9.8	10.0	9.3	8.3	8.3
9.5	0.303	11.8	12.1	12.5	11.5	12.4	12.7	12.0	11.4	10.1	9.9	10.3	9.8	9.8	12.1	11.7	11.6	12.0	11.1	9.9	9.9
10.0	0.515	20.0	20.6	21.2	19.6	21.0	21.5	20.3	19.4	17.1	16.9	17.4	16.6	16.6	20.5	19.8	19.8	20.4	18.8	16.8	16.8
10.5	0.583	22.6	23.3	24.0	22.2	23.8	24.4	23.0	22.0	19.4	19.1	19.7	18.8	18.8	23.2	22.4	22.4	23.1	21.3	19.0	19.0
11.0	0.624	24.2	25.0	25.7	23.7	25.4	26.1	24.6	23.5	20.7	20.5	21.1	20.1	20.1	24.8	24.0	24.0	24.7	22.8	20.3	20.3
11.5	0.654	25.4	26.2	26.9	24.9	26.7	27.3	25.8	24.6	21.7	21.5	22.1	21.1	21.1	26.0	25.2	25.1	25.9	23.9	21.3	21.3
12.0	0.682	26.5	27.3	28.1	25.9	27.8	28.5	26.9	25.7	22.7	22.4	23.1	22.0	22.0	27.1	26.3	26.2	27.0	24.9	22.2	22.2
12.5	0.705	27.4	28.2	29.0	26.8	28.7	29.4	27.8	26.5	23.4	23.1	23.9	22.7	22.7	28.1	27.1	27.1	27.9	25.8	23.0	23.0
13.0	0.727	28.2	29.1	29.9	27.6	29.6	30.4	28.7	27.4	24.2	23.9	24.6	23.4	23.4	28.9	28.0	27.9	28.8	26.6	23.7	23.7
13.5	0.748	29.1	29.9	30.8	28.4	30.5	31.2	29.5	28.2	24.8	24.5	25.3	24.1	24.1	29.8	28.8	28.7	29.6	27.3	24.4	24.4
14.0	0.767	29.8	30.7	31.6	29.2	31.3	32.0	30.3	28.9	25.5	25.2	26.0	24.7	24.7	30.5	29.5	29.5	30.3	28.0	25.0	25.0
14.5	0.784	30.4	31.4	32.3	29.8	32.0	32.7	31.0	29.5	26.0	25.7	26.5	25.3	25.3	31.2	30.2	30.1	31.0	28.7	25.5	25.5
15.0	0.800	31.1	32.0	32.9	30.4	32.6	33.4	31.6	30.1	26.6	26.2	27.1	25.8	25.8	31.8	30.8	30.7	31.7	29.2	26.1	26.1
15.5	0.816	31.7	32.7	33.6	31.0	33.3	34.1	32.2	30.7	27.1	26.8	27.6	26.3	26.3	32.5	31.4	31.3	32.3	29.8	26.6	26.6
16.0	0.830	32.2	33.2	34.2	31.6	33.8	34.7	32.8	31.3	27.6	27.2	28.1	26.8	26.8	33.0	32.0	31.9	32.8	30.3	27.0	27.0
16.5	0.844	32.8	33.8	34.8	32.1	34.4	35.3	33.3	31.8	28.0	27.7	28.6	27.2	27.2	33.6	32.5	32.4	33.4	30.8	27.5	27.5
17.0	0.857	33.3	34.3	35.3	32.6	34.9	35.8	33.8	32.3	28.5	28.1	29.0	27.6	27.6	34.1	33.0	32.9	33.9	31.3	27.9	27.9
17.5	0.870	33.8	34.8	35.8	33.1	35.5	36.3	34.4	32.8	28.9	28.5	29.5	28.1	28.1	34.6	33.5	33.4	34.4	31.8	28.3	28.3
18.0	0.882	34.3	35.3	36.3	33.5	36.0	36.8	34.8	33.2	29.3	28.9	29.9	28.4	28.4	35.1	34.0	33.9	34.9	32.2	28.7	28.7
18.5	0.893	34.7	35.7	36.8	34.0	36.4	37.3	35.3	33.6	29.7	29.3	30.2	28.8	28.8	35.5	34.4	34.3	35.3	32.6	29.1	29.1
19.0	0.905	35.1	36.2	37.3	34.4	36.9	37.8	35.7	34.1	30.1	29.7	30.6	29.2	29.2	36.0	34.8	34.8	35.8	33.1	29.5	29.5
19.5	0.916	35.6	36.7	37.7	34.8	37.4	38.3	36.2	34.5	30.4	30.1	31.0	29.5	29.5	36.4	35.3	35.2	36.2	33.5	29.8	29.8
20.0	0.926	36.0	37.1	38.1	35.2	37.8	38.7	36.6	34.9	30.8	30.4	31.4	29.9	29.9	36.8	35.6	35.6	36.6	33.8	30.2	30.2
20.5	0.936	36.4	37.5	38.5	35.6	38.2	39.1	37.0	35.2	31.1	30.7	31.7	30.2	30.2	37.2	36.0	35.9	37.0	34.2	30.5	30.5
21.0	0.946	36.7	37.9	39.0	36.0	38.6	39.5	37.4	35.6	31.4	31.0	32.0	30.5	30.5	37.6	36.4	36.3	37.4	34.6	30.8	30.8
21.5	0.955	37.1	38.2	39.3	36.3	38.9	39.9	37.7	36.0	31.7	31.3	32.3	30.8	30.8	38.0	36.8	36.7	37.8	34.9	31.1	31.1
22.0	0.965	37.5	38.6	39.7	36.7	39.3	40.3	38.1	36.3	32.1	31.7	32.7	31.1	31.1	38.4	37.1	37.1	38.2	35.3	31.4	31.4
22.5	0.974	37.8	39.0	40.1	37.0	39.7	40.7	38.5	36.7	32.4	32.0	33.0	31.4	31.4	38.8	37.5	37.4	38.5	35.6	31.7	31.7
23.0	0.983	38.2	39.3	40.5	37.4	40.1	41.1	38.8	37.0	32.7	32.3	33.3	31.7	31.7	39.1	37.8	37.8	38.9	35.9	32.0	32.0
23.5	0.992	38.5	39.7	40.8	37.7	40.5	41.4	39.2	37.4	33.0	32.5	33.6	32.0	32.0	39.5	38.2	38.1	39.2	36.3	32.3	32.3
24.0	1.000	38.8	40.0	41.2	38.0	40.8	41.8	39.5	37.7	33.2	32.8	33.9	32.2	32.2	39.8	38.5	38.4	39.6	36.5	32.6	32.6

Fuente: Elaboración propia.

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 10 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670	
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
1.0	0.017	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6
1.5	0.026	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0
2.0	0.035	1.6	1.6	1.6	1.5	1.6	1.7	1.6	1.5	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.6	1.5	1.5	1.6	1.4	1.4	1.3
2.5	0.045	2.0	2.1	2.1	2.0	2.1	2.1	2.1	1.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.0	2.0	1.9	2.0	1.8	1.7	1.7
3.0	0.055	2.5	2.5	2.5	2.4	2.6	2.6	2.5	2.4	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.5	2.4	2.3	2.5	2.3	2.3	2.1
3.5	0.065	2.9	3.0	3.0	2.8	3.0	3.1	3.0	2.8	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.9	2.9	2.8	2.9	2.7	2.7	2.4
4.0	0.076	3.4	3.5	3.5	3.3	3.6	3.6	3.5	3.3	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	3.4	3.3	3.2	3.4	3.1	2.8	2.8
4.5	0.087	3.9	4.0	4.0	3.8	4.1	4.1	4.0	3.7	3.3	3.3	3.4	3.2	3.2	3.9	3.8	3.7	3.9	3.6	3.2	3.2
5.0	0.099	4.4	4.5	4.6	4.3	4.6	4.7	4.6	4.2	3.8	3.7	3.8	3.7	3.7	4.5	4.3	4.2	4.4	4.1	3.7	3.7
5.5	0.112	5.0	5.1	5.2	4.9	5.2	5.3	5.2	4.8	4.3	4.2	4.3	4.1	4.1	5.1	4.9	4.8	5.0	4.6	4.2	4.2
6.0	0.125	5.6	5.7	5.8	5.5	5.8	6.0	5.8	5.4	4.8	4.7	4.8	4.6	4.6	5.7	5.5	5.3	5.6	5.1	4.7	4.7
6.5	0.140	6.3	6.4	6.5	6.1	6.5	6.7	6.4	6.0	5.3	5.3	5.4	5.2	5.2	6.4	6.1	6.0	6.3	5.7	5.2	5.2
7.0	0.156	7.0	7.2	7.2	6.8	7.3	7.4	7.2	6.7	6.0	5.9	6.0	5.8	5.8	7.1	6.8	6.6	7.0	6.4	5.8	5.8
7.5	0.174	7.8	8.0	8.1	7.6	8.1	8.3	8.0	7.5	6.6	6.5	6.7	6.4	6.4	7.9	7.6	7.4	7.8	7.1	6.5	6.5
8.0	0.194	8.7	8.9	9.0	8.5	9.1	9.2	8.9	8.3	7.4	7.3	7.5	7.2	7.2	8.8	8.5	8.2	8.7	8.0	7.2	7.2
8.5	0.219	9.8	10.1	10.1	9.6	10.2	10.4	10.1	9.4	8.4	8.2	8.5	8.1	8.1	9.9	9.6	9.3	9.8	9.0	8.2	8.2
9.0	0.254	11.4	11.7	11.8	11.1	11.9	12.1	11.7	10.9	9.7	9.6	9.8	9.4	9.4	11.5	11.1	10.8	11.4	10.4	9.5	9.5
9.5	0.303	13.6	13.9	14.0	13.2	14.2	14.4	14.0	13.0	11.6	11.4	11.7	11.2	11.2	13.7	13.3	12.9	13.6	12.4	11.3	11.3
10.0	0.515	23.0	23.6	23.8	22.5	24.1	24.6	23.7	22.1	19.7	19.4	19.9	19.0	19.0	23.4	22.6	21.9	23.1	21.1	19.2	19.2
10.5	0.583	26.1	26.8	27.0	25.5	27.3	27.8	26.8	25.0	22.3	21.9	22.5	21.5	21.5	26.5	25.6	24.8	26.2	23.9	21.7	21.7
11.0	0.624	27.9	28.6	28.9	27.3	29.2	29.8	28.7	26.7	23.8	23.5	24.1	23.0	23.0	28.3	27.4	26.5	28.0	25.6	23.3	23.3
11.5	0.654	29.3	30.0	30.3	28.6	30.6	31.2	30.1	28.0	25.0	24.6	25.3	24.1	24.1	29.7	28.7	27.8	29.4	26.9	24.4	24.4
12.0	0.682	30.5	31.3	31.6	29.8	31.9	32.5	31.4	29.2	26.0	25.7	26.3	25.2	25.2	30.9	29.9	29.0	30.7	28.0	25.4	25.4
12.5	0.705	31.5	32.4	32.6	30.8	33.0	33.6	32.5	30.2	26.9	26.5	27.2	26.0	26.0	32.0	30.9	30.0	31.7	29.0	26.3	26.3
13.0	0.727	32.5	33.4	33.7	31.8	34.0	34.7	33.5	31.1	27.8	27.4	28.1	26.8	26.8	33.0	31.9	30.9	32.7	29.9	27.1	27.1
13.5	0.748	33.5	34.3	34.6	32.7	35.0	35.7	34.4	32.0	28.6	28.1	28.9	27.6	27.6	33.9	32.8	31.8	33.6	30.7	27.9	27.9
14.0	0.767	34.3	35.2	35.5	33.5	35.9	36.6	35.3	32.9	29.3	28.9	29.6	28.3	28.3	34.8	33.6	32.6	34.5	31.5	28.6	28.6
14.5	0.784	35.1	36.0	36.3	34.3	36.7	37.4	36.1	33.6	29.9	29.5	30.3	28.9	28.9	35.6	34.4	33.3	35.2	32.2	29.2	29.2
15.0	0.800	35.8	36.7	37.0	35.0	37.4	38.1	36.8	34.3	30.5	30.1	30.9	29.5	29.5	36.3	35.1	34.0	36.0	32.9	29.8	29.8
15.5	0.816	36.5	37.5	37.8	35.7	38.2	38.9	37.6	35.0	31.1	30.7	31.5	30.1	30.1	37.0	35.8	34.7	36.7	33.5	30.4	30.4
16.0	0.830	37.1	38.1	38.4	36.3	38.8	39.6	38.2	35.6	31.7	31.2	32.1	30.6	30.6	37.7	36.4	35.3	37.3	34.1	31.0	31.0
16.5	0.844	37.8	38.7	39.1	36.9	39.5	40.2	38.9	36.2	32.2	31.8	32.6	31.1	31.1	38.3	37.0	35.9	37.9	34.7	31.5	31.5
17.0	0.857	38.3	39.3	39.7	37.4	40.1	40.9	39.5	36.7	32.7	32.3	33.1	31.6	31.6	38.9	37.6	36.4	38.5	35.2	32.0	32.0
17.5	0.870	38.9	39.9	40.3	38.0	40.7	41.5	40.1	37.3	33.2	32.7	33.6	32.1	32.1	39.5	38.2	37.0	39.1	35.7	32.5	32.5
18.0	0.882	39.5	40.5	40.8	38.5	41.2	42.1	40.6	37.8	33.7	33.2	34.1	32.5	32.5	40.0	38.7	37.5	39.6	36.2	32.9	32.9
18.5	0.893	40.0	41.0	41.3	39.0	41.8	42.6	41.1	38.3	34.1	33.6	34.5	32.9	32.9	40.5	39.2	38.0	40.1	36.7	33.3	33.3
19.0	0.905	40.5	41.5	41.9	39.5	42.3	43.1	41.7	38.8	34.5	34.1	35.0	33.4	33.4	41.1	39.7	38.5	40.7	37.2	33.8	33.8
19.5	0.916	41.0	42.0	42.4	40.0	42.8	43.7	42.2	39.2	35.0	34.5	35.4	33.8	33.8	41.6	40.2	38.9	41.2	37.6	34.2	34.2
20.0	0.926	41.4	42.5	42.9	40.5	43.3	44.1	42.6	39.7	35.3	34.8	35.8	34.2	34.2	42.0	40.6	39.4	41.6	38.0	34.5	34.5
20.5	0.936	41.9	43.0	43.3	40.9	43.8	44.6	43.1	40.1	35.7	35.2	36.2	34.5	34.5	42.5	41.1	39.8	42.1	38.4	34.9	34.9
21.0	0.946	42.3	43.4	43.8	41.3	44.2	45.1	43.6	40.5	36.1	35.6	36.5	34.9	34.9	42.9	41.5	40.2	42.5	38.8	35.3	35.3
21.5	0.955	42.7	43.8	44.2	41.7	44.7	45.5	44.0	40.9	36.5	35.9	36.9	35.2	35.2	43.3	41.9	40.6	42.9	39.2	35.6	35.6
22.0	0.965	43.2	44.3	44.7	42.2	45.1	46.0	44.4	41.3	36.8	36.3	37.3	35.6	35.6	43.8	42.3	41.0	43.4	39.6	36.0	36.0
22.5	0.974	43.6	44.7	45.1	42.6	45.5	46.4	44.9	41.7	37.2	36.7	37.6	35.9	35.9	44.2	42.7	41.4	43.8	40.0	36.3	36.3
23.0	0.983	44.0	45.1	45.5	43.0	46.0	46.9	45.3	42.1	37.5	37.0	38.0	36.3	36.3	44.6	43.1	41.8	44.2	40.4	36.7	36.7
23.5	0.992	44.4	45.5	45.9	43.3	46.4	47.3	45.7	42.5	37.9	37.3	38.3	36.6	36.6	45.0	43.5	42.2	44.6	40.7	37.0	37.0
24.0	1.000	44.7	45.9	46.3	43.7	46.8	47.7	46.0	42.8	38.2	37.6	38.6	36.9	36.9	45.4	43.9	42.5	44.9	41.1	37.3	37.3

Fuente: Elaboración propia.

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 20 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670	
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
1.0	0.017	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7
1.5	0.026	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1
2.0	0.035	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.9	1.8	1.7	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.8	1.7	1.6	1.8	1.6	1.6	1.5
2.5	0.045	2.3	2.3	2.3	2.2	2.4	2.4	2.4	2.1	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	2.3	2.2	2.1	2.3	2.0	2.0	1.9
3.0	0.055	2.8	2.9	2.8	2.7	2.9	2.9	2.9	2.6	2.4	2.3	2.4	2.3	2.3	2.8	2.7	2.5	2.8	2.5	2.5	2.3
3.5	0.065	3.3	3.4	3.3	3.2	3.4	3.5	3.4	3.1	2.8	2.8	2.8	2.7	2.7	3.3	3.2	3.0	3.3	2.9	2.9	2.7
4.0	0.076	3.8	3.9	3.9	3.7	4.0	4.0	4.0	3.6	3.3	3.2	3.3	3.1	3.1	3.9	3.7	3.5	3.8	3.4	3.4	3.2
4.5	0.087	4.4	4.5	4.4	4.3	4.6	4.6	4.6	4.2	3.8	3.7	3.8	3.6	3.6	4.4	4.3	4.0	4.4	3.9	3.9	3.7
5.0	0.099	5.0	5.1	5.1	4.9	5.2	5.3	5.2	4.7	4.3	4.2	4.3	4.1	4.1	5.0	4.9	4.6	5.0	4.5	4.5	4.2
5.5	0.112	5.7	5.8	5.7	5.5	5.9	6.0	5.9	5.3	4.9	4.8	4.8	4.6	4.6	5.7	5.5	5.2	5.6	5.1	5.1	4.7
6.0	0.125	6.3	6.5	6.4	6.2	6.6	6.7	6.6	6.0	5.4	5.3	5.4	5.2	5.2	6.4	6.1	5.8	6.3	5.7	5.7	5.2
6.5	0.140	7.1	7.3	7.2	6.9	7.4	7.5	7.3	6.7	6.1	6.0	6.0	5.8	5.8	7.1	6.9	6.5	7.0	6.3	6.3	5.9
7.0	0.156	7.9	8.1	8.0	7.7	8.2	8.3	8.2	7.4	6.8	6.7	6.7	6.4	6.4	7.9	7.6	7.2	7.8	7.1	7.1	6.5
7.5	0.174	8.8	9.0	8.9	8.6	9.2	9.3	9.1	8.3	7.6	7.4	7.5	7.2	7.2	8.8	8.5	8.1	8.7	7.9	7.9	7.3
8.0	0.194	9.8	10.1	9.9	9.6	10.2	10.3	10.2	9.3	8.5	8.3	8.4	8.0	8.0	9.9	9.5	9.0	9.7	8.8	8.8	8.1
8.5	0.219	11.1	11.4	11.2	10.8	11.5	11.7	11.5	10.5	9.5	9.3	9.5	9.1	9.1	11.1	10.7	10.1	11.0	9.9	9.9	9.2
9.0	0.254	12.8	13.2	13.0	12.5	13.4	13.5	13.3	12.1	11.1	10.8	11.0	10.5	10.5	12.9	12.5	11.8	12.7	11.5	11.5	10.7
9.5	0.303	15.3	15.7	15.5	14.9	15.9	16.1	15.9	14.5	13.2	12.9	13.1	12.5	12.5	15.4	14.9	14.0	15.2	13.7	13.7	12.7
10.0	0.515	26.0	26.7	26.3	25.4	27.1	27.4	27.0	24.6	22.4	22.0	22.2	21.3	21.3	26.2	25.2	23.9	25.8	23.3	23.3	21.6
10.5	0.583	29.5	30.3	29.8	28.7	30.7	31.1	30.6	27.8	25.4	24.9	25.2	24.1	24.1	29.6	28.6	27.0	29.2	26.4	26.4	24.5
11.0	0.624	31.5	32.4	31.9	30.7	32.8	33.2	32.7	29.8	27.2	26.6	27.0	25.8	25.8	31.7	30.6	28.9	31.3	28.2	28.2	26.2
11.5	0.654	33.0	34.0	33.4	32.2	34.4	34.8	34.3	31.2	28.5	27.9	28.3	27.0	27.0	33.2	32.1	30.3	32.8	29.6	29.6	27.4
12.0	0.682	34.5	35.4	34.8	33.6	35.9	36.3	35.8	32.6	29.7	29.1	29.5	28.2	28.2	34.6	33.4	31.6	34.2	30.9	30.9	28.6
12.5	0.705	35.6	36.6	36.0	34.7	37.1	37.6	37.0	33.7	30.7	30.1	30.5	29.1	29.1	35.8	34.6	32.7	35.3	31.9	31.9	29.6
13.0	0.727	36.7	37.7	37.1	35.8	38.2	38.7	38.1	34.7	31.7	31.0	31.4	30.0	30.0	36.9	35.6	33.7	36.4	32.9	32.9	30.5
13.5	0.748	37.8	38.8	38.2	36.8	39.3	39.8	39.2	35.7	32.6	31.9	32.3	30.9	30.9	38.0	36.7	34.6	37.5	33.9	33.9	31.4
14.0	0.767	38.7	39.8	39.2	37.8	40.3	40.9	40.2	36.6	33.4	32.7	33.1	31.7	31.7	39.0	37.6	35.5	38.4	34.7	34.7	32.2
14.5	0.784	39.6	40.7	40.0	38.6	41.2	41.8	41.1	37.4	34.2	33.4	33.9	32.4	32.4	39.8	38.4	36.3	39.3	35.5	35.5	32.9
15.0	0.800	40.4	41.5	40.9	39.4	42.1	42.6	41.9	38.2	34.9	34.1	34.6	33.1	33.1	40.6	39.2	37.1	40.1	36.2	36.2	33.6
15.5	0.816	41.2	42.4	41.7	40.2	42.9	43.5	42.8	39.0	35.6	34.8	35.3	33.7	33.7	41.5	40.0	37.8	40.9	36.9	36.9	34.2
16.0	0.830	41.9	43.1	42.4	40.9	43.7	44.2	43.5	39.6	36.2	35.4	35.9	34.3	34.3	42.2	40.7	38.4	41.6	37.6	37.6	34.8
16.5	0.844	42.6	43.8	43.1	41.6	44.4	45.0	44.2	40.3	36.8	36.0	36.5	34.9	34.9	42.9	41.4	39.1	42.3	38.2	38.2	35.4
17.0	0.857	43.3	44.5	43.8	42.2	45.1	45.7	44.9	40.9	37.3	36.5	37.0	35.4	35.4	43.5	42.0	39.7	42.9	38.8	38.8	36.0
17.5	0.870	44.0	45.2	44.4	42.8	45.8	46.3	45.6	41.5	37.9	37.1	37.6	36.0	36.0	44.2	42.6	40.3	43.6	39.4	39.4	36.5
18.0	0.882	44.6	45.8	45.1	43.4	46.4	47.0	46.2	42.1	38.4	37.6	38.1	36.5	36.5	44.8	43.2	40.9	44.2	39.9	39.9	37.0
18.5	0.893	45.1	46.4	45.6	44.0	47.0	47.6	46.8	42.6	38.9	38.1	38.6	36.9	36.9	45.4	43.8	41.4	44.7	40.4	40.4	37.5
19.0	0.905	45.7	47.0	46.2	44.6	47.6	48.2	47.4	43.2	39.4	38.6	39.1	37.4	37.4	46.0	44.4	41.9	45.3	41.0	41.0	38.0
19.5	0.916	46.3	47.6	46.8	45.1	48.2	48.8	48.0	43.7	39.9	39.1	39.6	37.9	37.9	46.5	44.9	42.4	45.9	41.5	41.5	38.4
20.0	0.926	46.8	48.1	47.3	45.6	48.7	49.3	48.5	44.2	40.3	39.5	40.0	38.3	38.3	47.0	45.4	42.9	46.4	41.9	41.9	38.9
20.5	0.936	47.3	48.6	47.8	46.1	49.2	49.9	49.1	44.7	40.8	39.9	40.4	38.7	38.7	47.6	45.9	43.4	46.9	42.4	42.4	39.3
21.0	0.946	47.8	49.1	48.3	46.6	49.8	50.4	49.6	45.2	41.2	40.3	40.9	39.1	39.1	48.1	46.4	43.8	47.4	42.8	42.8	39.7
21.5	0.955	48.2	49.6	48.8	47.0	50.2	50.9	50.1	45.6	41.6	40.7	41.3	39.5	39.5	48.5	46.8	44.2	47.8	43.2	43.2	40.1
22.0	0.965	48.8	50.1	49.3	47.5	50.8	51.4	50.6	46.1	42.0	41.1	41.7	39.9	39.9	49.0	47.3	44.7	48.3	43.7	43.7	40.5
22.5	0.974	49.2	50.6	49.8	48.0	51.2	51.9	51.1	46.5	42.4	41.5	42.1	40.3	40.3	49.5	47.7	45.1	48.8	44.1	44.1	40.9
23.0	0.983	49.7	51.0	50.2	48.4	51.7	52.4	51.5	46.9	42.8	41.9	42.5	40.6	40.6	49.9	48.2	45.5	49.2	44.5	44.5	41.3
23.5	0.992	50.1	51.5	50.7	48.9	52.2	52.8	52.0	47.4	43.2	42.3	42.9	41.0	41.0	50.4	48.6	45.9	49.7	44.9	44.9	41.6
24.0	1.000	50.5	51.9	51.1	49.3	52.6	53.3	52.4	47.8	43.6	42.6	43.2	41.3	41.3	50.8	49.0	46.3	50.1	45.3	45.3	42.0

Fuente: Elaboración propia.

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 25 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (Hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670	
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
1.0	0.017	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7
1.5	0.026	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.4	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1
2.0	0.035	1.8	1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.8	1.8	1.7	1.8	1.6	1.6	1.5
2.5	0.045	2.4	2.4	2.4	2.3	2.5	2.5	2.5	2.2	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	2.4	2.3	2.1	2.3	2.1	2.1	2.0
3.0	0.055	2.9	3.0	2.9	2.8	3.0	3.0	3.0	2.7	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.9	2.8	2.6	2.8	2.6	2.6	2.4
3.5	0.065	3.4	3.5	3.4	3.3	3.5	3.6	3.5	3.2	3.0	2.9	2.9	2.8	2.8	3.4	3.3	3.1	3.4	3.0	3.0	2.8
4.0	0.076	4.0	4.1	4.0	3.9	4.1	4.2	4.1	3.7	3.5	3.4	3.4	3.2	3.2	4.0	3.8	3.6	3.9	3.5	3.5	3.3
4.5	0.087	4.6	4.7	4.6	4.4	4.7	4.8	4.7	4.3	4.0	3.9	3.9	3.7	3.7	4.6	4.4	4.1	4.5	4.1	4.1	3.8
5.0	0.099	5.2	5.3	5.2	5.1	5.4	5.4	5.4	4.9	4.5	4.4	4.4	4.2	4.2	5.2	5.0	4.7	5.1	4.6	4.6	4.3
5.5	0.112	5.9	6.0	5.9	5.7	6.1	6.2	6.1	5.5	5.1	5.0	5.0	4.8	4.8	5.9	5.7	5.3	5.8	5.2	5.2	4.9
6.0	0.125	6.5	6.7	6.6	6.4	6.8	6.9	6.8	6.2	5.7	5.5	5.6	5.3	5.3	6.6	6.3	5.9	6.5	5.8	5.8	5.4
6.5	0.140	7.3	7.5	7.4	7.1	7.6	7.7	7.6	6.9	6.4	6.2	6.3	6.0	6.0	7.4	7.1	6.7	7.2	6.5	6.5	6.1
7.0	0.156	8.2	8.4	8.2	8.0	8.5	8.6	8.5	7.7	7.1	6.9	7.0	6.7	6.7	8.2	7.9	7.4	8.1	7.3	7.3	6.8
7.5	0.174	9.1	9.4	9.1	8.9	9.5	9.6	9.5	8.6	7.9	7.7	7.8	7.4	7.4	9.1	8.8	8.3	9.0	8.1	8.1	7.6
8.0	0.194	10.2	10.5	10.2	9.9	10.6	10.7	10.6	9.6	8.8	8.6	8.7	8.3	8.3	10.2	9.8	9.2	10.0	9.0	9.0	8.4
8.5	0.219	11.5	11.8	11.5	11.2	11.9	12.1	11.9	10.8	9.9	9.7	9.8	9.4	9.4	11.5	11.1	10.4	11.3	10.2	10.2	9.5
9.0	0.254	13.3	13.7	13.4	13.0	13.8	14.0	13.8	12.5	11.5	11.3	11.3	10.9	10.9	13.3	12.9	12.1	13.1	11.8	11.8	11.0
9.5	0.303	15.9	16.3	15.9	15.5	16.5	16.7	16.5	14.9	13.8	13.4	13.5	13.0	13.0	15.9	15.3	14.4	15.7	14.1	14.1	13.2
10.0	0.515	27.0	27.8	27.1	26.3	28.0	28.3	28.0	25.4	23.4	22.8	23.0	22.0	22.0	27.1	26.1	24.5	26.6	24.0	24.0	22.4
10.5	0.583	30.5	31.4	30.7	29.8	31.8	32.1	31.7	28.7	26.5	25.8	26.0	24.9	24.9	30.6	29.5	27.7	30.1	27.2	27.2	25.3
11.0	0.624	32.7	33.6	32.8	31.9	34.0	34.3	34.0	30.8	28.3	27.6	27.9	26.7	26.7	32.8	31.6	29.6	32.3	29.1	29.1	27.1
11.5	0.654	34.3	35.3	34.4	33.4	35.6	36.0	35.6	32.2	29.7	29.0	29.2	28.0	28.0	34.4	33.1	31.1	33.8	30.5	30.5	28.4
12.0	0.682	35.7	36.8	35.9	34.8	37.1	37.5	37.1	33.6	31.0	30.2	30.5	29.1	29.1	35.8	34.5	32.4	35.3	31.8	31.8	29.6
12.5	0.705	36.9	38.0	37.1	36.0	38.4	38.8	38.4	34.8	32.0	31.2	31.5	30.1	30.1	37.0	35.7	33.5	36.5	32.8	32.8	30.6
13.0	0.727	38.1	39.2	38.2	37.1	39.6	40.0	39.6	35.8	33.0	32.2	32.5	31.1	31.1	38.2	36.8	34.5	37.6	33.9	33.9	31.6
13.5	0.748	39.2	40.3	39.3	38.2	40.7	41.2	40.7	36.9	34.0	33.1	33.4	32.0	32.0	39.3	37.9	35.5	38.7	34.8	34.8	32.5
14.0	0.767	40.2	41.4	40.3	39.1	41.8	42.2	41.8	37.8	34.8	34.0	34.2	32.8	32.8	40.3	38.9	36.4	39.7	35.7	35.7	33.3
14.5	0.784	41.1	42.3	41.2	40.0	42.7	43.1	42.7	38.7	35.6	34.7	35.0	33.5	33.5	41.2	39.7	37.2	40.5	36.5	36.5	34.1
15.0	0.800	41.9	43.1	42.1	40.8	43.6	44.0	43.6	39.4	36.3	35.4	35.7	34.2	34.2	42.0	40.5	38.0	41.4	37.3	37.3	34.8
15.5	0.816	42.7	44.0	42.9	41.7	44.4	44.9	44.4	40.2	37.1	36.2	36.4	34.9	34.9	42.9	41.3	38.8	42.2	38.0	38.0	35.5
16.0	0.830	43.5	44.8	43.6	42.4	45.2	45.7	45.2	40.9	37.7	36.8	37.1	35.5	35.5	43.6	42.0	39.4	42.9	38.7	38.7	36.1
16.5	0.844	44.2	45.5	44.4	43.1	46.0	46.5	46.0	41.6	38.3	37.4	37.7	36.1	36.1	44.3	42.8	40.1	43.6	39.3	39.3	36.7
17.0	0.857	44.9	46.2	45.1	43.7	46.7	47.2	46.7	42.3	38.9	38.0	38.3	36.6	36.6	45.0	43.4	40.7	44.3	39.9	39.9	37.3
17.5	0.870	45.6	46.9	45.7	44.4	47.4	47.9	47.4	42.9	39.5	38.5	38.8	37.2	37.2	45.7	44.1	41.3	45.0	40.5	40.5	37.8
18.0	0.882	46.2	47.6	46.4	45.0	48.0	48.5	48.0	43.5	40.1	39.1	39.4	37.7	37.7	46.3	44.7	41.9	45.6	41.1	41.1	38.3
18.5	0.893	46.8	48.1	47.0	45.6	48.6	49.1	48.6	44.0	40.6	39.6	39.9	38.2	38.2	46.9	45.2	42.4	46.2	41.6	41.6	38.8
19.0	0.905	47.4	48.8	47.6	46.2	49.3	49.8	49.3	44.6	41.1	40.1	40.4	38.7	38.7	47.5	45.8	43.0	46.8	42.2	42.2	39.3
19.5	0.916	48.0	49.4	48.2	46.8	49.9	50.4	49.9	45.2	41.6	40.6	40.9	39.1	39.1	48.1	46.4	43.5	47.4	42.7	42.7	39.8
20.0	0.926	48.5	49.9	48.7	47.3	50.4	51.0	50.4	45.7	42.1	41.0	41.3	39.6	39.6	48.7	46.9	44.0	47.9	43.1	43.1	40.3
20.5	0.936	49.0	50.5	49.2	47.8	51.0	51.5	51.0	46.1	42.5	41.5	41.8	40.0	40.0	49.2	47.4	44.5	48.4	43.6	43.6	40.7
21.0	0.946	49.6	51.0	49.7	48.3	51.5	52.1	51.5	46.6	43.0	41.9	42.2	40.4	40.4	49.7	47.9	44.9	48.9	44.1	44.1	41.1
21.5	0.955	50.0	51.5	50.2	48.7	52.0	52.6	52.0	47.1	43.4	42.3	42.6	40.8	40.8	50.2	48.4	45.4	49.4	44.5	44.5	41.5
22.0	0.965	50.5	52.0	50.7	49.3	52.6	53.1	52.6	47.6	43.8	42.8	43.1	41.2	41.2	50.7	48.9	45.8	49.9	44.9	44.9	42.0
22.5	0.974	51.0	52.5	51.2	49.7	53.0	53.6	53.0	48.0	44.2	43.2	43.5	41.6	41.6	51.2	49.3	46.3	50.4	45.4	45.4	42.3
23.0	0.983	51.5	53.0	51.7	50.2	53.5	54.1	53.5	48.5	44.7	43.6	43.9	42.0	42.0	51.6	49.8	46.7	50.8	45.8	45.8	42.7
23.5	0.992	52.0	53.5	52.2	50.6	54.0	54.6	54.0	48.9	45.1	43.9	44.3	42.4	42.4	52.1	50.3	47.1	51.3	46.2	46.2	43.1
24.0	1.000	52.4	53.9	52.6	51.0	54.5	55.0	54.5	49.3	45.4	44.3	44.7	42.7	42.7	52.5	50.7	47.5	51.7	46.6	46.6	43.5

Fuente: Elaboración propia.

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 50 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670	
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4
1.0	0.017	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8
1.5	0.026	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.5	1.4	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3
2.0	0.035	2.0	2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	2.0	1.9	1.8	2.0	1.8	1.7	1.7
2.5	0.045	2.6	2.7	2.6	2.5	2.7	2.7	2.7	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.6	2.5	2.3	2.6	2.3	2.2	2.2
3.0	0.055	3.2	3.3	3.1	3.1	3.3	3.3	3.3	3.0	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	3.2	3.1	2.8	3.1	2.8	2.8	2.7
3.5	0.065	3.8	3.9	3.7	3.7	3.9	3.9	4.0	3.5	3.4	3.2	3.2	3.1	3.1	3.8	3.6	3.3	3.7	3.3	3.3	3.1
4.0	0.076	4.4	4.6	4.3	4.3	4.6	4.6	4.6	4.1	3.9	3.8	3.7	3.6	3.6	4.4	4.2	3.9	4.3	3.8	3.7	3.7
4.5	0.087	5.1	5.2	5.0	4.9	5.2	5.3	5.3	4.7	4.5	4.3	4.3	4.1	4.1	5.0	4.8	4.4	4.9	4.4	4.4	4.2
5.0	0.099	5.8	6.0	5.7	5.6	6.0	6.0	6.0	5.4	5.1	4.9	4.9	4.7	4.7	5.7	5.5	5.1	5.6	5.0	4.8	4.8
5.5	0.112	6.5	6.8	6.4	6.3	6.8	6.8	6.8	6.1	5.8	5.6	5.5	5.3	5.3	6.5	6.2	5.7	6.4	5.7	5.4	5.4
6.0	0.125	7.3	7.5	7.1	7.1	7.5	7.6	7.6	6.8	6.5	6.2	6.1	5.9	5.9	7.2	7.0	6.4	7.1	6.3	6.0	6.0
6.5	0.140	8.2	8.4	8.0	7.9	8.4	8.5	8.5	7.6	7.2	7.0	6.9	6.6	6.6	8.1	7.8	7.2	7.9	7.1	6.8	6.8
7.0	0.156	9.1	9.4	8.9	8.8	9.4	9.4	9.5	8.4	8.1	7.8	7.7	7.3	7.3	9.0	8.7	8.0	8.8	7.9	7.5	7.5
7.5	0.174	10.1	10.5	9.9	9.9	10.5	10.5	10.6	9.4	9.0	8.7	8.5	8.2	8.2	10.1	9.7	8.9	9.9	8.8	8.4	8.4
8.0	0.194	11.3	11.7	11.1	11.0	11.7	11.7	11.8	10.5	10.0	9.6	9.5	9.1	9.1	11.2	10.8	9.9	11.0	9.8	9.4	9.4
8.5	0.219	12.8	13.2	12.5	12.4	13.2	13.2	13.3	11.8	11.3	10.9	10.8	10.3	10.3	12.7	12.2	11.2	12.4	11.1	10.6	10.6
9.0	0.254	14.8	15.3	14.5	14.4	15.3	15.4	15.4	13.7	13.1	12.6	12.5	12.0	12.0	14.7	14.1	13.0	14.4	12.8	12.2	12.2
9.5	0.303	17.6	18.3	17.3	17.2	18.3	18.3	18.4	16.4	15.6	15.1	14.9	14.3	14.3	17.6	16.9	15.5	17.2	15.3	14.6	14.6
10.0	0.515	30.0	31.1	29.4	29.2	31.1	31.1	31.3	27.8	26.6	25.6	25.3	24.2	24.2	29.8	28.7	26.3	29.2	26.0	24.8	24.8
10.5	0.583	33.9	35.2	33.3	33.0	35.2	35.3	35.4	31.5	30.1	29.0	28.6	27.5	27.5	33.8	32.5	29.8	33.1	29.5	28.1	28.1
11.0	0.624	36.3	37.7	35.7	35.4	37.6	37.7	37.9	33.7	32.2	31.0	30.6	29.4	29.4	36.2	34.8	31.9	35.4	31.5	30.1	30.1
11.5	0.654	38.1	39.5	37.4	37.1	39.4	39.5	39.7	35.4	33.8	32.5	32.1	30.8	30.8	37.9	36.4	33.4	37.1	33.1	31.5	31.5
12.0	0.682	39.7	41.2	39.0	38.6	41.1	41.2	41.4	36.9	35.2	33.9	33.5	32.1	32.1	39.5	38.0	34.9	38.7	34.5	32.9	32.9
12.5	0.705	41.0	42.5	40.3	39.9	42.5	42.6	42.8	38.1	36.4	35.1	34.6	33.2	33.2	40.8	39.3	36.0	40.0	35.6	34.0	34.0
13.0	0.727	42.3	43.9	41.6	41.2	43.8	44.0	44.2	39.3	37.5	36.1	35.7	34.2	34.2	42.1	40.5	37.2	41.2	36.8	35.1	35.1
13.5	0.748	43.5	45.1	42.8	42.4	45.1	45.2	45.5	40.4	38.6	37.2	36.7	35.2	35.2	43.3	41.7	38.2	42.4	37.8	36.1	36.1
14.0	0.767	44.7	46.3	43.8	43.5	46.3	46.4	46.6	41.5	39.6	38.1	37.7	36.1	36.1	44.4	42.7	39.2	43.5	38.8	37.0	37.0
14.5	0.784	45.6	47.3	44.8	44.4	47.3	47.4	47.6	42.4	40.5	39.0	38.5	36.9	36.9	45.4	43.7	40.1	44.5	39.6	37.8	37.8
15.0	0.800	46.6	48.3	45.7	45.3	48.2	48.4	48.6	43.2	41.3	39.8	39.3	37.7	37.7	46.4	44.6	40.9	45.4	40.4	38.6	38.6
15.5	0.816	47.5	49.2	46.6	46.2	49.2	49.3	49.6	44.1	42.1	40.6	40.1	38.4	38.4	47.3	45.4	41.7	46.3	41.3	39.3	39.3
16.0	0.830	48.3	50.1	47.4	47.0	50.1	50.2	50.4	44.9	42.8	41.3	40.8	39.1	39.1	48.1	46.2	42.4	47.1	42.0	40.0	40.0
16.5	0.844	49.1	50.9	48.2	47.8	50.9	51.0	51.3	45.6	43.6	42.0	41.5	39.7	39.7	48.9	47.0	43.2	47.9	42.7	40.7	40.7
17.0	0.857	49.9	51.7	49.0	48.6	51.7	51.8	52.1	46.3	44.2	42.6	42.1	40.4	40.4	49.7	47.7	43.8	48.6	43.3	41.3	41.3
17.5	0.870	50.7	52.5	49.7	49.3	52.5	52.6	52.9	47.0	44.9	43.3	42.7	41.0	41.0	50.4	48.5	44.5	49.4	44.0	41.9	41.9
18.0	0.882	51.3	53.2	50.4	50.0	53.2	53.3	53.6	47.7	45.5	43.9	43.3	41.5	41.5	51.1	49.1	45.1	50.0	44.6	42.5	42.5
18.5	0.893	52.0	53.9	51.0	50.6	53.9	54.0	54.3	48.3	46.1	44.4	43.9	42.0	42.0	51.7	49.7	45.7	50.7	45.2	43.1	43.1
19.0	0.905	52.7	54.6	51.7	51.3	54.6	54.7	55.0	48.9	46.7	45.0	44.5	42.6	42.6	52.4	50.4	46.3	51.3	45.8	43.6	43.6
19.5	0.916	53.3	55.3	52.4	51.9	55.2	55.4	55.7	49.5	47.3	45.5	45.0	43.1	43.1	53.1	51.0	46.8	52.0	46.3	44.2	44.2
20.0	0.926	53.9	55.9	52.9	52.5	55.8	56.0	56.3	50.1	47.8	46.0	45.5	43.6	43.6	53.7	51.6	47.3	52.5	46.8	44.6	44.6
20.5	0.936	54.5	56.5	53.5	53.0	56.4	56.6	56.9	50.6	48.3	46.5	46.0	44.1	44.1	54.2	52.1	47.9	53.1	47.3	45.1	45.1
21.0	0.946	55.1	57.1	54.1	53.6	57.1	57.2	57.5	51.1	48.8	47.0	46.5	44.5	44.5	54.8	52.7	48.4	53.7	47.8	45.6	45.6
21.5	0.955	55.6	57.6	54.6	54.1	57.6	57.8	58.0	51.6	49.3	47.5	46.9	45.0	45.0	55.3	53.2	48.8	54.2	48.3	46.0	46.0
22.0	0.965	56.2	58.2	55.2	54.7	58.2	58.4	58.6	52.2	49.8	48.0	47.4	45.4	45.4	55.9	53.7	49.3	54.7	48.8	46.5	46.5
22.5	0.974	56.7	58.8	55.7	55.2	58.7	58.9	59.2	52.7	50.3	48.4	47.8	45.9	45.9	56.4	54.2	49.8	55.3	49.2	47.0	47.0
23.0	0.983	57.2	59.3	56.2	55.7	59.3	59.4	59.7	53.1	50.7	48.9	48.3	46.3	46.3	57.0	54.7	50.3	55.8	49.7	47.4	47.4
23.5	0.992	57.8	59.9	56.7	56.2	59.8	60.0	60.3	53.6	51.2	49.3	48.7	46.7	46.7	57.5	55.2	50.7	56.3	50.2	47.8	47.8
24.0	1.000	58.2	60.3	57.2	56.7	60.3	60.5	60.8	54.1	51.6	49.7	49.1	47.1	47.1	57.9	55.7	51.1	56.7	50.6	48.2	48.2

Fuente: Elaboración propia.

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 100 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (Hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4
1.0	0.017	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9
1.5	0.026	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.6	1.6	1.4	1.6	1.4	1.4
2.0	0.035	2.2	2.4	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	2.2	2.1	1.9	2.2	1.9	1.9
2.5	0.045	2.9	3.0	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3	2.9	2.7	2.5	2.8	2.5	2.4
3.0	0.055	3.5	3.7	3.4	3.4	3.6	3.6	3.7	3.2	3.2	3.1	2.9	2.8	2.8	3.5	3.3	3.0	3.4	3.0	2.9
3.5	0.065	4.2	4.4	4.0	4.1	4.3	4.3	4.4	3.8	3.8	3.6	3.5	3.3	3.3	4.1	3.9	3.6	4.0	3.5	3.5
4.0	0.076	4.9	5.1	4.7	4.7	5.0	5.0	5.1	4.5	4.4	4.2	4.1	3.9	3.9	4.8	4.6	4.2	4.7	4.1	4.0
4.5	0.087	5.6	5.8	5.4	5.4	5.8	5.7	5.8	5.1	5.1	4.8	4.7	4.5	4.5	5.5	5.3	4.8	5.4	4.7	4.6
5.0	0.099	6.4	6.6	6.1	6.2	6.6	6.5	6.6	5.8	5.8	5.5	5.3	5.1	5.1	6.3	6.0	5.4	6.1	5.4	5.3
5.5	0.112	7.2	7.5	6.9	7.0	7.4	7.4	7.5	6.6	6.6	6.2	6.0	5.8	5.8	7.1	6.8	6.1	6.9	6.1	5.9
6.0	0.125	8.0	8.4	7.7	7.8	8.3	8.2	8.4	7.3	7.3	6.9	6.7	6.4	6.4	7.9	7.6	6.8	7.7	6.8	6.6
6.5	0.140	9.0	9.4	8.6	8.7	9.3	9.2	9.4	8.2	8.2	7.8	7.5	7.2	7.2	8.9	8.5	7.7	8.6	7.6	7.4
7.0	0.156	10.0	10.5	9.6	9.7	10.3	10.3	10.5	9.2	9.1	8.7	8.4	8.0	8.0	9.9	9.5	8.5	9.6	8.5	8.3
7.5	0.174	11.2	11.7	10.7	10.9	11.5	11.5	11.7	10.2	10.2	9.7	9.3	8.9	8.9	11.0	10.6	9.5	10.7	9.5	9.2
8.0	0.194	12.5	13.0	12.0	12.1	12.9	12.8	13.0	11.4	11.4	10.8	10.4	10.0	10.0	12.3	11.8	10.6	12.0	10.6	10.3
8.5	0.219	14.1	14.7	13.5	13.7	14.5	14.4	14.7	12.9	12.8	12.2	11.7	11.3	11.3	13.9	13.3	12.0	13.5	11.9	11.6
9.0	0.254	16.3	17.1	15.7	15.9	16.8	16.7	17.0	14.9	14.9	14.1	13.6	13.1	13.1	16.1	15.4	13.9	15.7	13.8	13.5
9.5	0.303	19.5	20.4	18.7	18.9	20.1	20.0	20.3	17.8	17.7	16.8	16.2	15.6	15.6	19.2	18.4	16.6	18.7	16.5	16.1
10.0	0.515	33.1	34.6	31.8	32.1	34.1	33.9	34.6	30.3	30.1	28.6	27.6	26.5	26.5	32.6	31.3	28.2	31.8	28.0	27.3
10.5	0.583	37.4	39.2	36.0	36.4	38.6	38.4	39.1	34.3	34.1	32.4	31.2	30.0	30.0	37.0	35.4	31.9	36.0	31.8	31.0
11.0	0.624	40.1	41.9	38.5	38.9	41.3	41.1	41.9	36.7	36.5	34.7	33.4	32.1	32.1	39.6	37.9	34.1	38.5	34.0	33.1
11.5	0.654	42.0	43.9	40.3	40.8	43.3	43.1	43.9	38.4	38.3	36.3	35.0	33.6	33.6	41.5	39.7	35.8	40.3	35.6	34.7
12.0	0.682	43.8	45.8	42.1	42.6	45.2	44.9	45.8	40.1	39.9	37.9	36.5	35.1	35.1	43.2	41.4	37.3	42.1	37.1	36.2
12.5	0.705	45.3	47.4	43.5	44.0	46.7	46.5	47.3	41.4	41.3	39.2	37.8	36.2	36.2	44.7	42.8	38.6	43.5	38.4	37.4
13.0	0.727	46.7	48.8	44.8	45.4	48.2	47.9	48.8	42.7	42.6	40.4	38.9	37.4	37.4	46.1	44.1	39.8	44.9	39.6	38.6
13.5	0.748	48.0	50.2	46.1	46.7	49.6	49.3	50.2	44.0	43.8	41.6	40.1	38.4	38.4	47.4	45.4	40.9	46.1	40.7	39.7
14.0	0.767	49.2	51.5	47.3	47.9	50.8	50.5	51.5	45.1	44.9	42.6	41.1	39.4	39.4	48.6	46.6	41.9	47.3	41.8	40.7
14.5	0.784	50.3	52.7	48.3	48.9	51.9	51.7	52.6	46.1	45.9	43.6	42.0	40.3	40.3	49.7	47.6	42.9	48.4	42.7	41.6
15.0	0.800	51.4	53.7	49.3	49.9	53.0	52.7	53.7	47.0	46.8	44.4	42.8	41.1	41.1	50.7	48.6	43.7	49.4	43.6	42.5
15.5	0.816	52.4	54.8	50.3	50.9	54.1	53.8	54.8	48.0	47.8	45.3	43.7	41.9	41.9	51.7	49.5	44.6	50.3	44.4	43.3
16.0	0.830	53.3	55.7	51.2	51.8	55.0	54.7	55.7	48.8	48.6	46.1	44.4	42.7	42.7	52.6	50.4	45.4	51.2	45.2	44.1
16.5	0.844	54.2	56.7	52.0	52.7	55.9	55.6	56.6	49.6	49.4	46.9	45.2	43.4	43.4	53.5	51.2	46.2	52.1	46.0	44.8
17.0	0.857	55.0	57.6	52.8	53.5	56.8	56.5	57.5	50.4	50.2	47.6	45.9	44.0	44.0	54.3	52.0	46.9	52.9	46.7	45.5
17.5	0.870	55.9	58.4	53.6	54.3	57.6	57.3	58.4	51.1	50.9	48.3	46.6	44.7	44.7	55.1	52.8	47.6	53.7	47.4	46.2
18.0	0.882	56.6	59.2	54.4	55.1	58.4	58.1	59.2	51.8	51.6	49.0	47.2	45.3	45.3	55.9	53.5	48.2	54.4	48.0	46.8
18.5	0.893	57.3	60.0	55.1	55.7	59.2	58.8	59.9	52.5	52.3	49.6	47.8	45.9	45.9	56.6	54.2	48.8	55.1	48.6	47.4
19.0	0.905	58.1	60.8	55.8	56.5	60.0	59.6	60.7	53.2	53.0	50.3	48.5	46.5	46.5	57.4	54.9	49.5	55.8	49.3	48.0
19.5	0.916	58.8	61.5	56.5	57.2	60.7	60.4	61.5	53.8	53.6	50.9	49.1	47.1	47.1	58.1	55.6	50.1	56.5	49.9	48.6
20.0	0.926	59.5	62.2	57.1	57.8	61.4	61.0	62.2	54.4	54.2	51.4	49.6	47.6	47.6	58.7	56.2	50.6	57.1	50.4	49.2
20.5	0.936	60.1	62.9	57.7	58.4	62.0	61.7	62.8	55.0	54.8	52.0	50.1	48.1	48.1	59.3	56.8	51.2	57.7	51.0	49.7
21.0	0.946	60.7	63.5	58.3	59.0	62.7	62.3	63.5	55.6	55.4	52.6	50.7	48.6	48.6	60.0	57.4	51.7	58.4	51.5	50.2
21.5	0.955	61.3	64.1	58.9	59.6	63.3	62.9	64.1	56.1	55.9	53.1	51.1	49.1	49.1	60.5	58.0	52.2	58.9	52.0	50.7
22.0	0.965	62.0	64.8	59.5	60.2	63.9	63.6	64.8	56.7	56.5	53.6	51.7	49.6	49.6	61.2	58.6	52.8	59.5	52.6	51.2
22.5	0.974	62.5	65.4	60.1	60.8	64.5	64.2	65.4	57.3	57.0	54.1	52.2	50.1	50.1	61.7	59.1	53.3	60.1	53.0	51.7
23.0	0.983	63.1	66.0	60.6	61.4	65.1	64.8	66.0	57.8	57.5	54.6	52.6	50.5	50.5	62.3	59.7	53.8	60.6	53.5	52.2
23.5	0.992	63.7	66.6	61.2	61.9	65.7	65.4	66.6	58.3	58.1	55.1	53.1	51.0	51.0	62.9	60.2	54.2	61.2	54.0	52.7
24.0	1.000	64.2	67.2	61.7	62.4	66.3	65.9	67.1	58.8	58.5	55.6	53.6	51.4	51.4	63.4	60.7	54.7	61.7	54.5	53.1

Fuente: Elaboración propia.

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 200 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1.0	0.017	1.2	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	1.2	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0
1.5	0.026	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.8	1.7	1.5	1.7	1.5	1.5
2.0	0.035	2.5	2.6	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.2	2.3	2.2	2.0	1.9	1.9	2.4	2.3	2.0	2.3	2.0	2.0
2.5	0.045	3.2	3.4	3.0	3.1	3.3	3.2	3.3	2.9	3.0	2.8	2.6	2.5	2.5	3.1	3.0	2.6	3.0	2.6	2.6
3.0	0.055	3.9	4.1	3.6	3.8	4.0	3.9	4.0	3.5	3.6	3.4	3.2	3.1	3.1	3.8	3.6	3.2	3.7	3.2	3.2
3.5	0.065	4.6	4.8	4.3	4.4	4.7	4.6	4.8	4.1	4.3	4.0	3.8	3.6	3.6	4.5	4.3	3.8	4.3	3.8	3.8
4.0	0.076	5.3	5.7	5.0	5.2	5.5	5.4	5.6	4.8	5.0	4.7	4.4	4.2	4.2	5.2	5.0	4.4	5.1	4.4	4.4
4.5	0.087	6.1	6.5	5.8	5.9	6.3	6.2	6.4	5.5	5.8	5.4	5.0	4.8	4.8	6.0	5.7	5.1	5.8	5.1	5.1
5.0	0.099	7.0	7.4	6.5	6.8	7.2	7.1	7.3	6.3	6.6	6.1	5.7	5.5	5.5	6.8	6.5	5.8	6.6	5.8	5.8
5.5	0.112	7.9	8.3	7.4	7.7	8.1	8.0	8.2	7.1	7.4	6.9	6.5	6.2	6.2	7.7	7.4	6.5	7.5	6.5	6.5
6.0	0.125	8.8	9.3	8.3	8.5	9.0	8.9	9.2	7.9	8.3	7.7	7.2	7.0	7.0	8.6	8.2	7.3	8.3	7.3	7.3
6.5	0.140	9.9	10.4	9.3	9.6	10.1	10.0	10.3	8.9	9.3	8.7	8.1	7.8	7.8	9.6	9.2	8.2	9.3	8.2	8.1
7.0	0.156	11.0	11.6	10.3	10.7	11.3	11.1	11.5	9.9	10.3	9.7	9.0	8.7	8.7	10.7	10.2	9.1	10.4	9.1	9.1
7.5	0.174	12.2	13.0	11.5	11.9	12.6	12.4	12.8	11.0	11.5	10.8	10.1	9.7	9.7	12.0	11.4	10.1	11.6	10.1	10.1
8.0	0.194	13.7	14.4	12.8	13.3	14.0	13.8	14.3	12.3	12.9	12.0	11.2	10.8	10.8	13.4	12.7	11.3	12.9	11.3	11.3
8.5	0.219	15.4	16.3	14.5	15.0	15.8	15.6	16.1	13.9	14.5	13.6	12.7	12.2	12.2	15.1	14.4	12.8	14.6	12.8	12.7
9.0	0.254	17.9	18.9	16.8	17.4	18.4	18.1	18.7	16.1	16.8	15.7	14.7	14.1	14.1	17.5	16.7	14.8	16.9	14.8	14.8
9.5	0.303	21.3	22.6	20.0	20.7	21.9	21.6	22.3	19.2	20.1	18.7	17.6	16.9	16.9	20.9	19.9	17.6	20.2	17.7	17.6
10.0	0.515	36.3	38.4	34.1	35.2	37.3	36.7	37.9	32.7	34.1	31.9	29.9	28.7	28.7	35.5	33.8	30.0	34.3	30.0	29.9
10.5	0.583	41.0	43.4	38.6	39.8	42.2	41.6	42.9	37.0	38.7	36.1	33.8	32.5	32.5	40.2	38.3	33.9	38.9	34.0	33.9
11.0	0.624	43.9	46.5	41.3	42.6	45.2	44.5	45.9	39.6	41.4	38.6	36.2	34.8	34.8	43.0	41.0	36.3	41.6	36.4	36.3
11.5	0.654	46.0	48.7	43.3	44.7	47.3	46.7	48.1	41.5	43.4	40.5	37.9	36.4	36.4	45.1	43.0	38.1	43.6	38.1	38.0
12.0	0.682	48.0	50.8	45.1	46.6	49.4	48.7	50.1	43.3	45.2	42.2	39.5	38.0	38.0	47.0	44.8	39.7	45.4	39.8	39.6
12.5	0.705	49.6	52.5	46.6	48.2	51.0	50.3	51.8	44.8	46.7	43.6	40.9	39.3	39.3	48.6	46.3	41.0	47.0	41.1	41.0
13.0	0.727	51.2	54.1	48.1	49.7	52.6	51.9	53.4	46.2	48.2	45.0	42.1	40.5	40.5	50.1	47.7	42.3	48.4	42.4	42.3
13.5	0.748	52.7	55.7	49.5	51.1	54.1	53.4	55.0	47.5	49.6	46.3	43.4	41.7	41.7	51.5	49.1	43.5	49.8	43.6	43.5
14.0	0.767	54.0	57.1	50.7	52.4	55.5	54.7	56.4	48.7	50.9	47.5	44.5	42.7	42.7	52.8	50.4	44.7	51.1	44.7	44.6
14.5	0.784	55.2	58.4	51.9	53.6	56.7	55.9	57.6	49.8	52.0	48.5	45.4	43.7	43.7	54.0	51.5	45.6	52.2	45.7	45.6
15.0	0.800	56.3	59.6	52.9	54.7	57.9	57.1	58.8	50.8	53.0	49.5	46.4	44.6	44.6	55.1	52.5	46.6	53.3	46.7	46.5
15.5	0.816	57.4	60.8	54.0	55.8	59.0	58.2	60.0	51.8	54.1	50.5	47.3	45.4	45.4	56.2	53.6	47.5	54.4	47.6	47.4
16.0	0.830	58.4	61.8	54.9	56.7	60.1	59.2	61.0	52.7	55.0	51.4	48.1	46.2	46.2	57.2	54.5	48.3	55.3	48.4	48.2
16.5	0.844	59.4	62.9	55.8	57.7	61.1	60.2	62.1	53.6	56.0	52.2	48.9	47.0	47.0	58.2	55.4	49.1	56.2	49.2	49.1
17.0	0.857	60.3	63.8	56.7	58.6	62.0	61.1	63.0	54.4	56.8	53.0	49.7	47.7	47.7	59.0	56.3	49.9	57.1	50.0	49.8
17.5	0.870	61.2	64.8	57.6	59.5	63.0	62.1	64.0	55.2	57.7	53.8	50.4	48.5	48.5	59.9	57.1	50.7	58.0	50.7	50.6
18.0	0.882	62.1	65.7	58.3	60.3	63.8	62.9	64.8	56.0	58.5	54.6	51.1	49.1	49.1	60.8	57.9	51.4	58.8	51.4	51.3
18.5	0.893	62.9	66.5	59.1	61.0	64.6	63.7	65.7	56.7	59.2	55.3	51.8	49.7	49.7	61.5	58.6	52.0	59.5	52.1	51.9
19.0	0.905	63.7	67.4	59.9	61.9	65.5	64.6	66.5	57.5	60.0	56.0	52.5	50.4	50.4	62.4	59.4	52.7	60.3	52.8	52.6
19.5	0.916	64.5	68.2	60.6	62.6	66.3	65.4	67.3	58.2	60.7	56.7	53.1	51.0	51.0	63.1	60.2	53.3	61.0	53.4	53.2
20.0	0.926	65.2	69.0	61.3	63.3	67.0	66.1	68.1	58.8	61.4	57.3	53.7	51.6	51.6	63.8	60.8	53.9	61.7	54.0	53.8
20.5	0.936	65.9	69.7	61.9	64.0	67.7	66.8	68.8	59.4	62.1	57.9	54.3	52.1	52.1	64.5	61.5	54.5	62.4	54.6	54.4
21.0	0.946	66.6	70.4	62.6	64.7	68.5	67.5	69.6	60.1	62.7	58.5	54.8	52.7	52.7	65.2	62.1	55.1	63.0	55.2	55.0
21.5	0.955	67.2	71.1	63.2	65.3	69.1	68.1	70.2	60.6	63.3	59.1	55.4	53.2	53.2	65.8	62.7	55.6	63.6	55.7	55.5
22.0	0.965	67.9	71.9	63.8	66.0	69.8	68.9	70.9	61.3	64.0	59.7	55.9	53.7	53.7	66.5	63.4	56.2	64.3	56.3	56.1
22.5	0.974	68.6	72.5	64.4	66.6	70.5	69.5	71.6	61.9	64.6	60.3	56.5	54.3	54.3	67.1	64.0	56.7	64.9	56.8	56.6
23.0	0.983	69.2	73.2	65.0	67.2	71.1	70.1	72.3	62.4	65.2	60.8	57.0	54.8	54.8	67.7	64.6	57.2	65.5	57.3	57.1
23.5	0.992	69.8	73.9	65.6	67.8	71.8	70.8	72.9	63.0	65.8	61.4	57.5	55.3	55.3	68.4	65.1	57.8	66.1	57.9	57.7
24.0	1.000	70.4	74.5	66.2	68.3	72.4	71.3	73.5	63.5	66.3	61.9	58.0	55.7	55.7	68.9	65.7	58.2	66.6	58.3	58.1

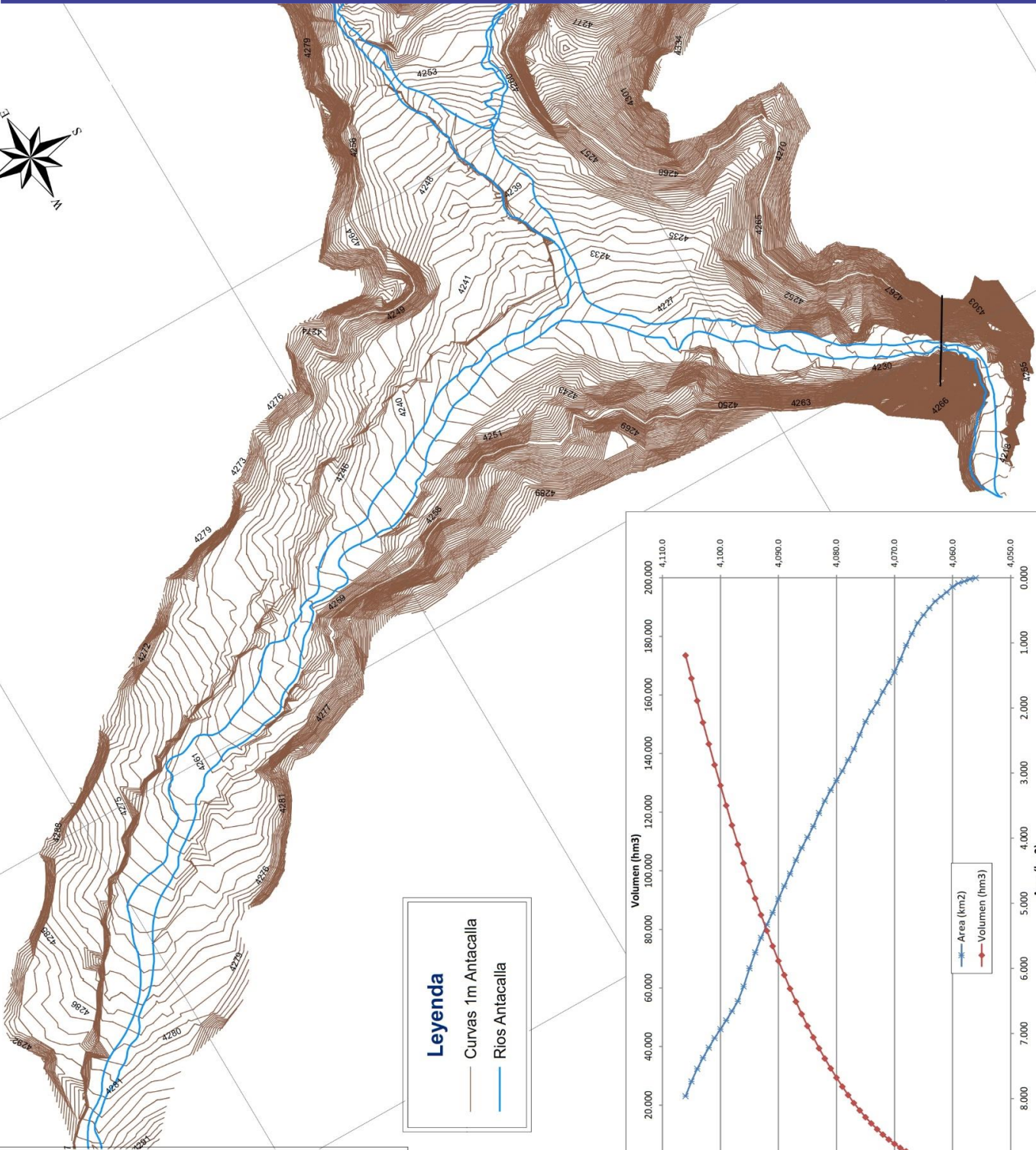
Fuente: Elaboración propia.

Tormentas de diseño para un periodo de retorno de 1000 años, considerando tormenta Tipo I

TIEMPO (hr)	TIPO I	W190	W220	W230	W240	W250	W260	W300	W320	W340	W400	W460	W480	W500	W540	W560	W600	W620	W660	W670
0.0	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.5	0.008	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6
1.0	0.017	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.4	1.5	1.3	1.5	1.3	1.2	1.1	1.1	1.4	1.3	1.1	1.3	1.1	1.2
1.5	0.026	2.2	2.4	2.0	2.2	2.3	2.2	2.3	1.9	2.3	2.1	1.8	1.7	1.7	2.1	2.0	1.7	2.0	1.7	1.8
2.0	0.035	3.0	3.3	2.7	2.9	3.1	3.0	3.1	2.6	3.1	2.8	2.4	2.3	2.3	2.9	2.7	2.3	2.7	2.4	2.5
2.5	0.045	3.9	4.2	3.4	3.7	3.9	3.8	4.0	3.4	4.0	3.6	3.1	3.0	3.0	3.7	3.5	3.0	3.5	3.0	3.2
3.0	0.055	4.7	5.1	4.2	4.6	4.8	4.6	4.9	4.1	4.9	4.3	3.8	3.6	3.6	4.5	4.2	3.7	4.3	3.7	3.9
3.5	0.065	5.6	6.1	5.0	5.4	5.7	5.5	5.8	4.8	5.7	5.1	4.4	4.3	4.3	5.3	5.0	4.3	5.1	4.4	4.6
4.0	0.076	6.5	7.1	5.8	6.3	6.6	6.4	6.7	5.7	6.7	6.0	5.2	5.0	5.0	6.2	5.9	5.1	5.9	5.1	5.4
4.5	0.087	7.5	8.1	6.7	7.2	7.6	7.3	7.7	6.5	7.7	6.9	5.9	5.7	5.7	7.1	6.7	5.8	6.8	5.9	6.1
5.0	0.099	8.5	9.3	7.6	8.2	8.7	8.4	8.8	7.4	8.8	7.8	6.8	6.5	6.5	8.1	7.6	6.6	7.7	6.7	7.0
5.5	0.112	9.6	10.5	8.6	9.3	9.8	9.5	9.9	8.4	9.9	8.8	7.6	7.4	7.4	9.2	8.6	7.4	8.7	7.5	7.9
6.0	0.125	10.7	11.7	9.6	10.4	10.9	10.5	11.1	9.3	11.1	9.9	8.5	8.2	8.2	10.3	9.7	8.3	9.8	8.4	8.8
6.5	0.140	12.0	13.1	10.7	11.6	12.2	11.8	12.4	10.4	12.4	11.0	9.5	9.2	9.2	11.5	10.8	9.3	10.9	9.4	9.9
7.0	0.156	13.4	14.6	12.0	12.9	13.6	13.2	13.8	11.6	13.8	12.3	10.6	10.2	10.2	12.8	12.0	10.4	12.2	10.5	11.0
7.5	0.174	14.9	16.3	13.3	14.4	15.2	14.7	15.4	13.0	15.4	13.7	11.9	11.4	11.4	14.3	13.4	11.6	13.6	11.7	12.3
8.0	0.194	16.6	18.2	14.9	16.1	17.0	16.4	17.2	14.5	17.2	15.3	13.2	12.7	12.7	15.9	15.0	12.9	15.1	13.0	13.7
8.5	0.219	18.8	20.5	16.8	18.2	19.1	18.5	19.4	16.3	19.4	17.3	14.9	14.4	14.4	18.0	16.9	14.6	17.1	14.7	15.5
9.0	0.254	21.8	23.8	19.5	21.1	22.2	21.4	22.5	18.9	22.5	20.0	17.3	16.7	16.7	20.8	19.6	16.9	19.8	17.1	17.9
9.5	0.303	26.0	28.4	23.2	25.1	26.5	25.6	26.9	22.6	26.8	23.9	20.7	19.9	19.9	24.9	23.4	20.1	23.7	20.4	21.4
10.0	0.515	44.2	48.2	39.5	42.7	45.0	43.5	45.7	38.4	45.5	40.6	35.1	33.8	33.8	42.3	39.8	34.2	40.2	34.6	36.4
10.5	0.583	50.0	54.6	44.7	48.4	50.9	49.2	51.7	43.5	51.5	46.0	39.8	38.3	38.3	47.9	45.0	38.8	45.5	39.2	41.2
11.0	0.624	53.5	58.4	47.8	51.8	54.5	52.7	55.4	46.6	55.2	49.2	42.6	41.0	41.0	51.2	48.2	41.5	48.7	42.0	44.1
11.5	0.654	56.1	61.2	50.1	54.3	57.1	55.2	58.0	48.8	57.8	51.6	44.6	42.9	42.9	53.7	50.5	43.5	51.1	44.0	46.2
12.0	0.682	58.5	63.8	52.3	56.6	59.6	57.5	60.5	50.9	60.3	53.8	46.5	44.8	44.8	56.0	52.7	45.3	53.3	45.9	48.2
12.5	0.705	60.5	66.0	54.0	58.5	61.6	59.5	62.6	52.6	62.3	55.6	48.1	46.3	46.3	57.9	54.4	46.9	55.0	47.4	49.8
13.0	0.727	62.4	68.0	55.7	60.3	63.5	61.3	64.5	54.2	64.3	57.4	49.6	47.7	47.7	59.7	56.1	48.3	56.8	48.9	51.4
13.5	0.748	64.2	70.0	57.3	62.1	65.4	63.1	66.4	55.8	66.1	59.0	51.0	49.1	49.1	61.4	57.8	49.7	58.4	50.3	52.8
14.0	0.767	65.8	71.8	58.8	63.7	67.0	64.7	68.1	57.2	67.8	60.5	52.3	50.4	50.4	63.0	59.2	51.0	59.9	51.6	54.2
14.5	0.784	67.3	73.4	60.1	65.1	68.5	66.2	69.6	58.5	69.3	61.9	53.5	51.5	51.5	64.4	60.5	52.1	61.2	52.7	55.4
15.0	0.800	68.6	74.9	61.3	66.4	69.9	67.5	71.0	59.7	70.7	63.1	54.6	52.5	52.5	65.7	61.8	53.2	62.5	53.8	56.5
15.5	0.816	70.0	76.4	62.5	67.7	71.3	68.9	72.4	60.9	72.1	64.4	55.7	53.6	53.6	67.0	63.0	54.3	63.7	54.9	57.7
16.0	0.830	71.2	77.7	63.6	68.9	72.5	70.0	73.7	61.9	73.4	65.5	56.6	54.5	54.5	68.1	64.1	55.2	64.8	55.8	58.6
16.5	0.844	72.4	79.0	64.7	70.1	73.8	71.2	74.9	63.0	74.6	66.6	57.6	55.4	55.4	69.3	65.2	56.1	65.9	56.8	59.6
17.0	0.857	73.5	80.2	65.7	71.1	74.9	72.3	76.0	63.9	75.8	67.6	58.4	56.3	56.3	70.3	66.2	57.0	66.9	57.6	60.5
17.5	0.870	74.6	81.4	66.7	72.2	76.0	73.4	77.2	64.9	76.9	68.7	59.3	57.1	57.1	71.4	67.2	57.8	67.9	58.5	61.5
18.0	0.882	75.7	82.6	67.6	73.2	77.1	74.4	78.3	65.8	78.0	69.6	60.2	57.9	57.9	72.4	68.1	58.6	68.9	59.3	62.3
18.5	0.893	76.6	83.6	68.4	74.1	78.0	75.4	79.2	66.6	78.9	70.5	60.9	58.6	58.6	73.3	69.0	59.4	69.7	60.1	63.1
19.0	0.905	77.6	84.7	69.4	75.1	79.1	76.4	80.3	67.5	80.0	71.4	61.7	59.4	59.4	74.3	69.9	60.2	70.7	60.9	63.9
19.5	0.916	78.6	85.7	70.2	76.0	80.0	77.3	81.3	68.3	81.0	72.3	62.5	60.1	60.1	75.2	70.7	60.9	71.5	61.6	64.7
20.0	0.926	79.4	86.7	71.0	76.9	80.9	78.1	82.2	69.1	81.9	73.1	63.2	60.8	60.8	76.0	71.5	61.6	72.3	62.3	65.4
20.5	0.936	80.3	87.6	71.7	77.7	81.8	79.0	83.1	69.8	82.7	73.9	63.8	61.5	61.5	76.8	72.3	62.2	73.1	63.0	66.1
21.0	0.946	81.2	88.5	72.5	78.5	82.7	79.8	83.9	70.6	83.6	74.7	64.5	62.1	62.1	77.6	73.0	62.9	73.9	63.6	66.8
21.5	0.955	81.9	89.4	73.2	79.3	83.5	80.6	84.7	71.2	84.4	75.4	65.1	62.7	62.7	78.4	73.7	63.5	74.6	64.2	67.5
22.0	0.965	82.8	90.3	74.0	80.1	84.3	81.4	85.6	72.0	85.3	76.2	65.8	63.4	63.4	79.2	74.5	64.2	75.4	64.9	68.2
22.5	0.974	83.6	91.2	74.6	80.8	85.1	82.2	86.4	72.7	86.1	76.9	66.4	63.9	63.9	79.9	75.2	64.8	76.1	65.5	68.8
23.0	0.983	84.3	92.0	75.3	81.6	85.9	82.9	87.2	73.3	86.9	77.6	67.0	64.5	64.5	80.7	75.9	65.4	76.8	66.1	69.4
23.5	0.992	85.1	92.9	76.0	82.3	86.7	83.7	88.0	74.0	87.7	78.3	67.7	65.1	65.1	81.4	76.6	66.0	77.5	66.7	70.1
24.0	1.000	85.8	93.6	76.6	83.0	87.4	84.4	88.7	74.6	88.4	78.9	68.2	65.7	65.7	82.1	77.2	66.5	78.1	67.3	70.7

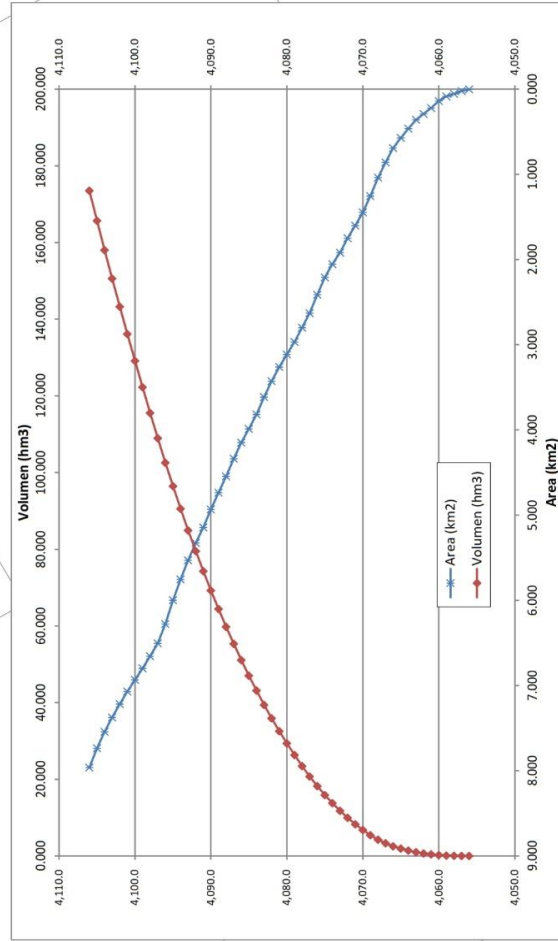
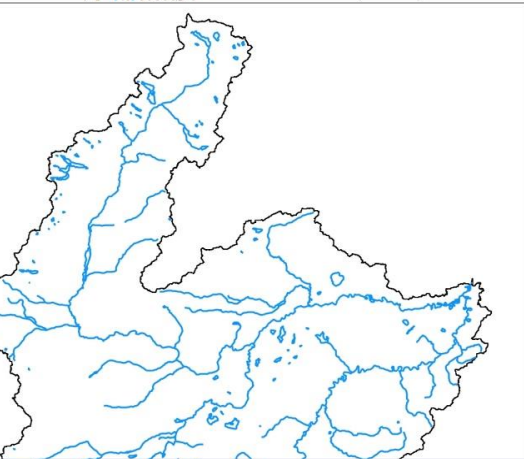
Fuente: Elaboración propia.

7.9. Anexo I: Mapa de embalses y relaciones altura – área - volumen



Legenda

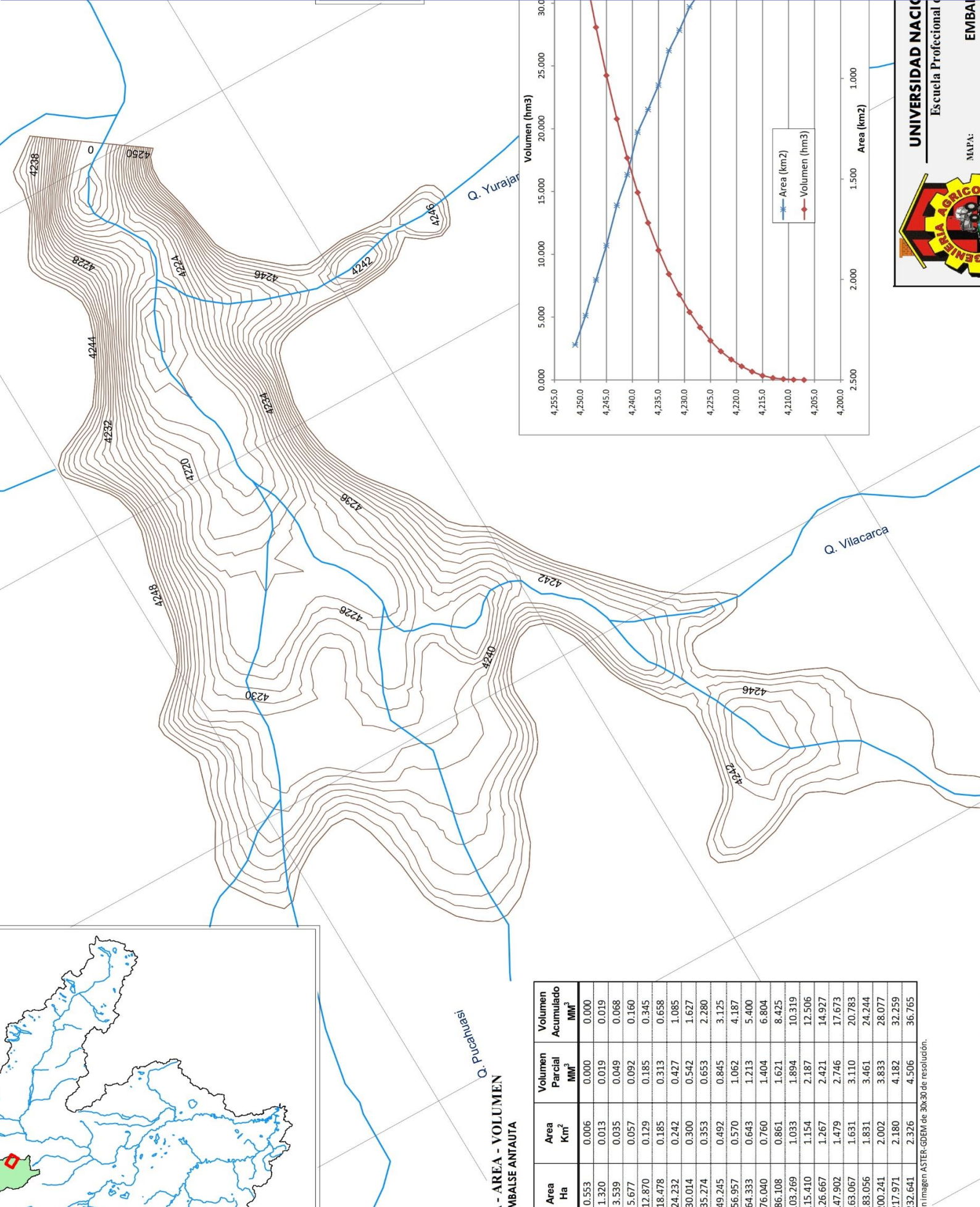
- Curvas 1m Antacalla
- Rios Antacalla



AREA - VOLUMEN
E ANTACALLA

Area Km ²	Volumen Parcial MM ³	Volumen Acumulado MM ³
0.002	0.000	0.000
0.020	0.011	0.011
0.055	0.038	0.049
0.084	0.069	0.118
0.137	0.110	0.228
0.219	0.178	0.406
0.289	0.254	0.660
0.358	0.323	0.983
0.461	0.409	1.392
0.571	0.516	1.908
0.691	0.631	2.539
0.859	0.775	3.314
1.037	0.948	4.262
1.253	1.145	5.407
1.444	1.348	6.755
1.601	1.523	8.278
1.748	1.675	9.953
1.917	1.832	11.785
2.053	1.985	13.770
2.207	2.130	15.900
2.411	2.309	18.209
2.627	2.519	20.728
2.798	2.715	23.441
2.965	2.882	26.323
3.112	3.039	29.362
3.260	3.186	32.548
3.425	3.342	35.890
3.613	3.519	39.409
3.816	3.715	43.124
4.046	3.901	47.025
4.336	4.241	51.333
4.544	4.440	55.773
4.734	4.639	60.412
4.933	4.833	65.245
5.142	5.037	70.282
5.325	5.233	75.515
5.530	5.427	80.942
5.998	5.876	90.584
6.278	6.138	102.598
6.504	6.391	108.989
6.655	6.580	115.569
6.797	6.726	122.295
6.933	6.865	129.160
7.069	7.001	136.161
7.217	7.143	143.304
7.374	7.296	150.600
7.542	7.458	158.058
7.735	7.639	165.697

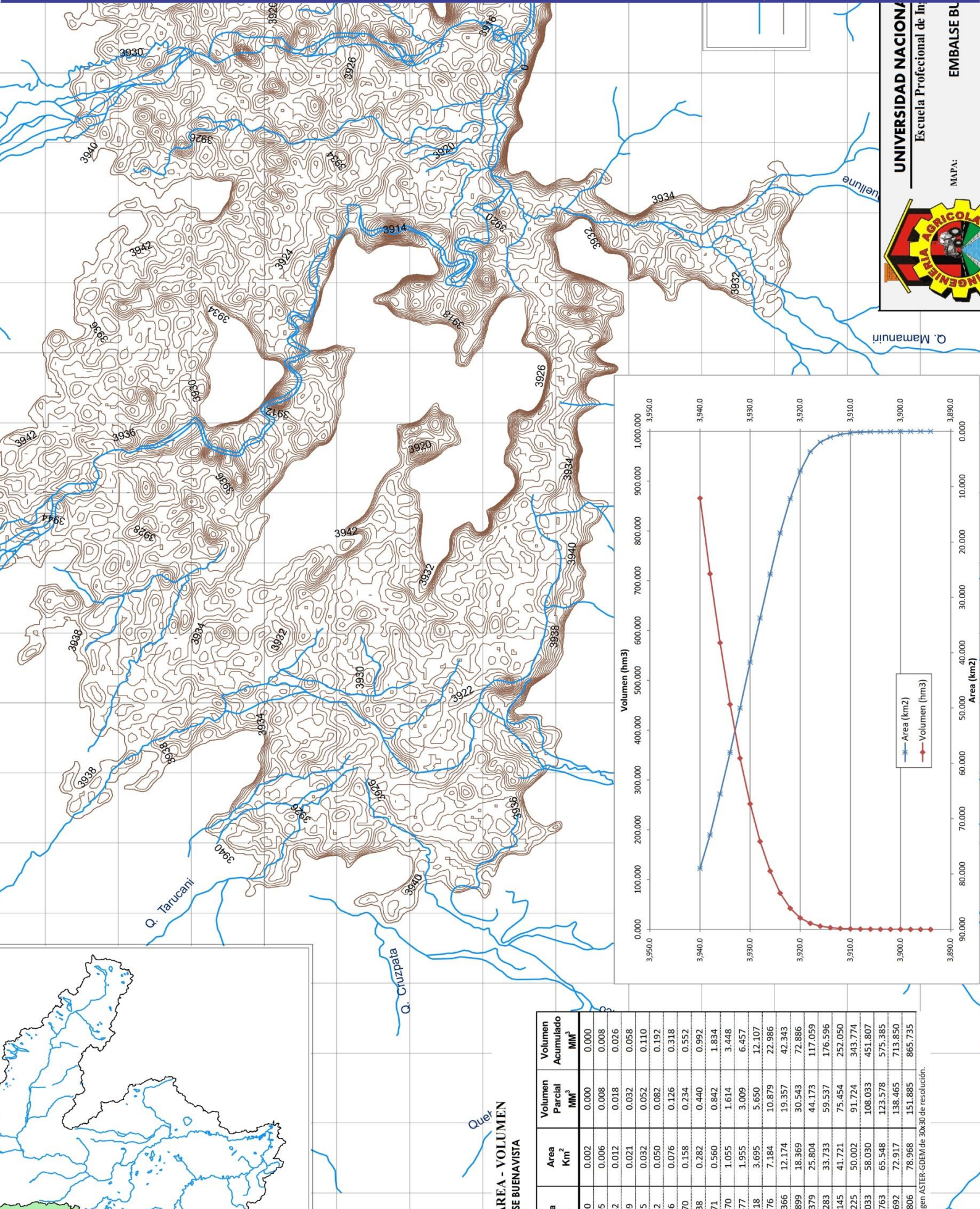




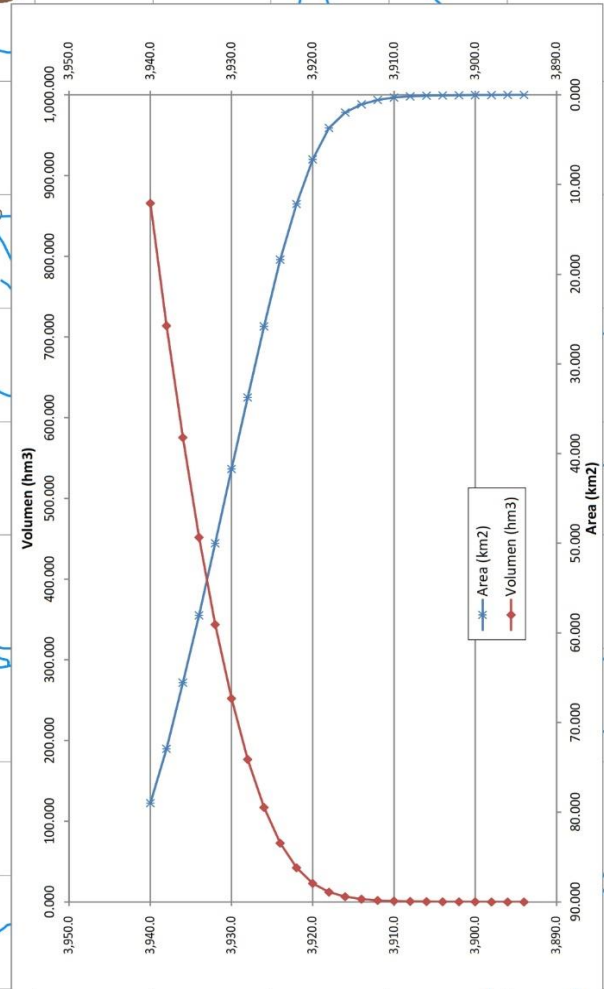
A - AREA - VOLUMEN
EMBALSE ANITAUTA

Area Ha	Area Km²	Volumen Parcial MM³	Volumen Acumulado MM³
0.553	0.006	0.000	0.000
1.320	0.013	0.019	0.019
3.539	0.035	0.049	0.068
5.677	0.057	0.092	0.160
12.870	0.129	0.185	0.345
18.478	0.185	0.313	0.658
24.232	0.242	0.427	1.085
30.014	0.300	0.542	1.627
35.274	0.353	0.653	2.280
49.245	0.492	0.845	3.125
56.957	0.570	1.062	4.187
64.333	0.643	1.213	5.400
76.040	0.760	1.404	6.804
86.108	0.861	1.621	8.425
103.269	1.033	1.894	10.319
115.410	1.154	2.187	12.506
126.667	1.267	2.421	14.927
147.902	1.479	2.746	17.673
163.067	1.631	3.110	20.783
183.056	1.831	3.461	24.244
200.241	2.002	3.833	28.077
217.971	2.180	4.182	32.259
232.641	2.326	4.506	36.765

Imagen ASTER-GDEM de 30x30 de resolución.



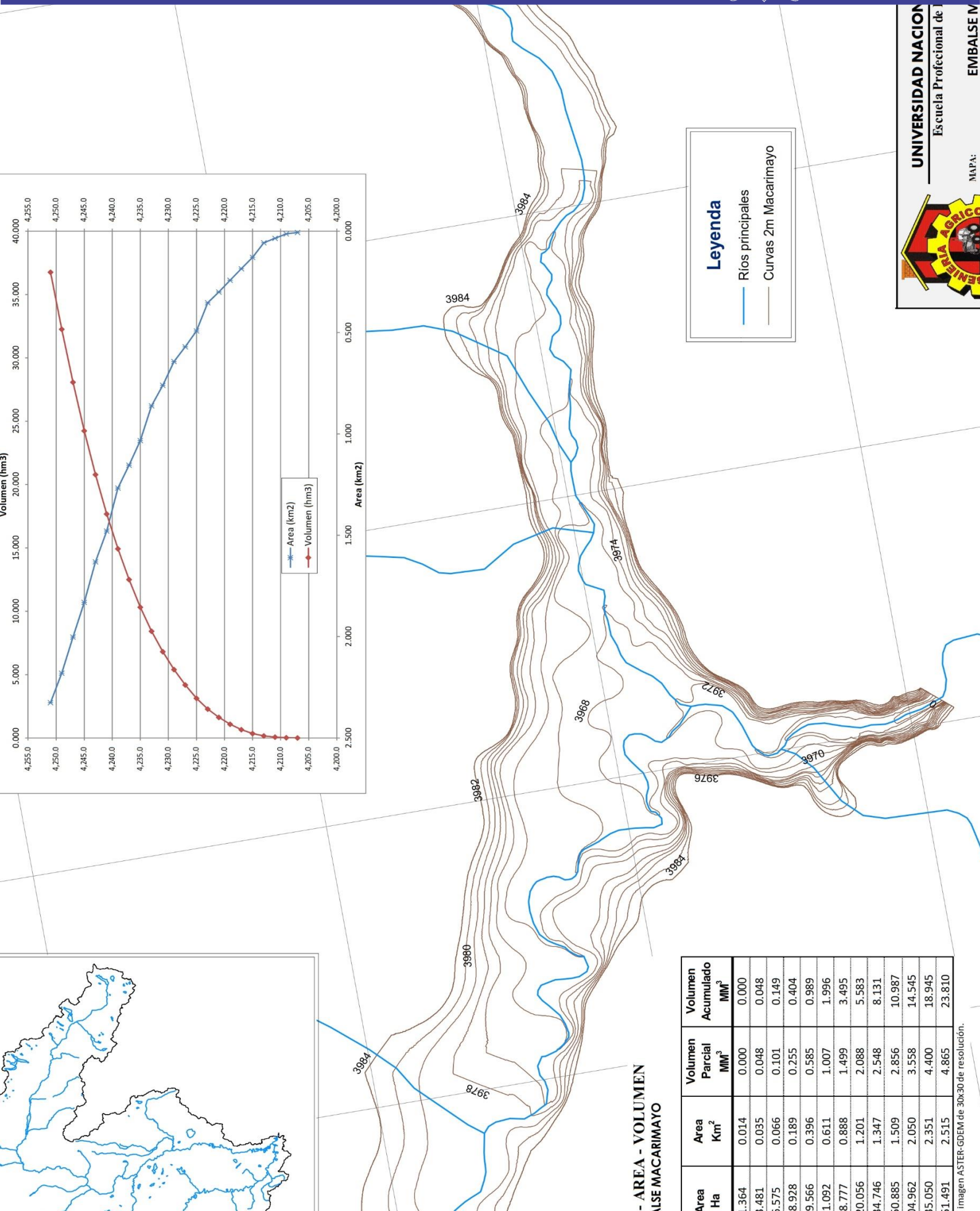
UNIVERSIDAD NACIONAL
Escuela Profesional de In
MAPA: **EMBALSE BU**



**AREA - VOLUMEN
SE BUENAVISTA**

Area	Volumen	Volumen
Km ²	Parcial	Acumulado
	MM ³	MM ³
00	0.000	0.000
05	0.006	0.008
52	0.012	0.018
59	0.021	0.032
75	0.032	0.052
82	0.050	0.082
86	0.076	0.126
70	0.158	0.234
38	0.282	0.440
71	0.560	0.842
470	1.055	1.614
477	1.955	3.009
518	3.695	5.650
376	7.184	10.879
366	12.174	19.357
899	18.369	30.543
379	25.804	44.173
283	33.733	59.537
145	41.721	75.454
225	50.002	91.724
033	58.030	108.033
763	65.548	123.578
692	72.917	138.465
806	78.968	151.885
		865.735

Agua ASTER-GDEM de 30x30 de resolución.



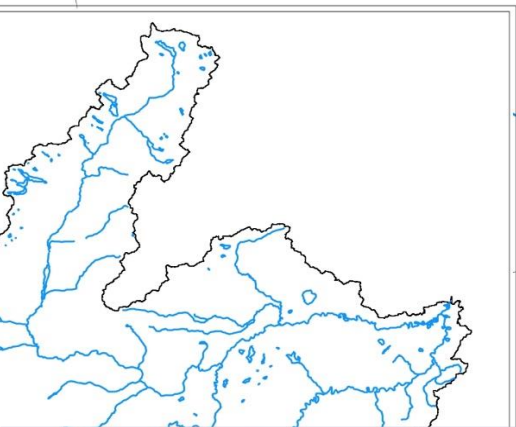
Leyenda

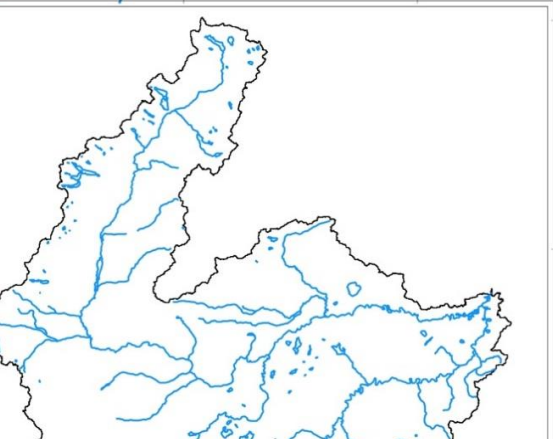
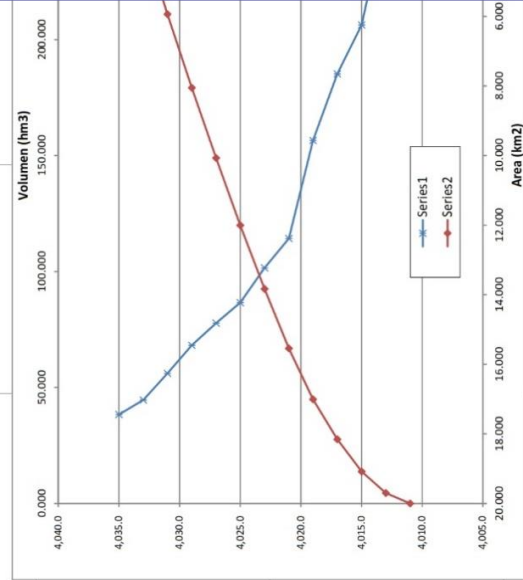
- Ríos principales
- Curvas 2m Macarimayo

- AREA - VOLUMEN
EMBASE MACARIMAYO

Area Ha	Area Km ²	Volumen Parcial MM ³	Volumen Acumulado MM ³
1.364	0.014	0.000	0.000
3.481	0.035	0.048	0.048
6.575	0.066	0.101	0.149
8.928	0.189	0.255	0.404
19.566	0.396	0.585	0.989
31.092	0.611	1.007	1.996
38.777	0.888	1.499	3.495
20.056	1.201	2.088	5.583
34.746	1.347	2.548	8.131
50.885	1.509	2.856	10.987
04.962	2.050	3.558	14.545
35.050	2.351	4.400	18.945
51.491	2.515	4.865	23.810

UNIVERSIDAD NACIONAL
Escuela Profesional de
INGENIERIA AGRICOLA
MAPA: EMBALSE M





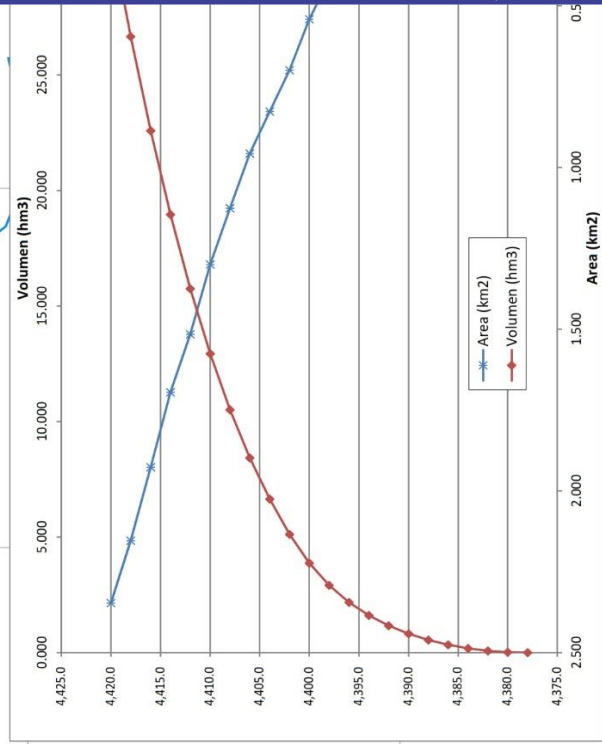
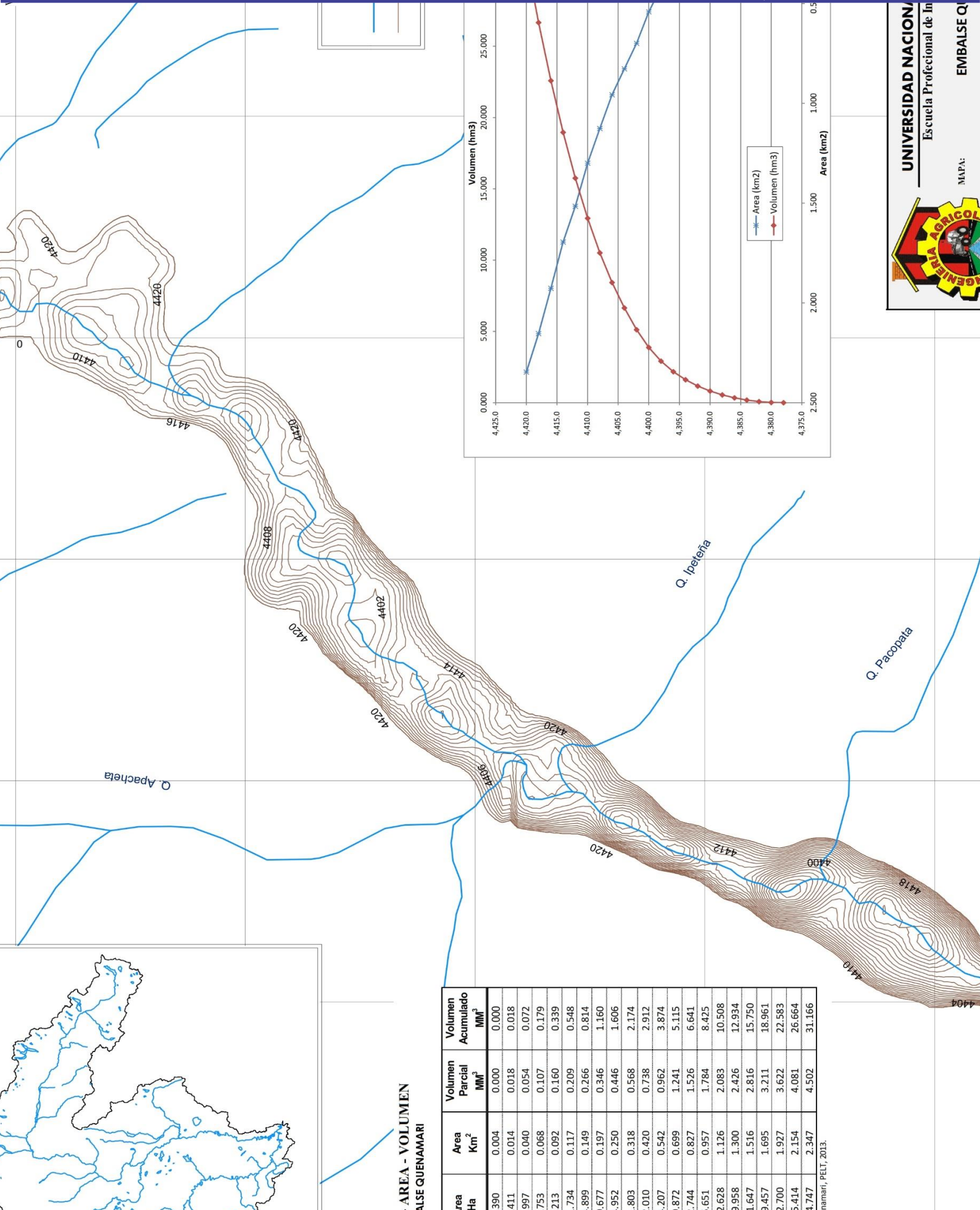
Legenda

- Ríos principales
- Curvas 2m Parina

URA - AREA - VOLUMEN EMBALSE PARINA

	Area Ha	Area Km ²	Volumen Parcial MM ³	Volumen Acumulado MM ³
0	143.675	1.437	0.000	0.000
1	304.761	3.048	4.484	4.484
2	624.366	6.244	9.291	13.775
3	765.136	7.651	13.895	27.670
4	956.828	9.568	17.220	44.890
5	1.238.647	12.386	21.955	66.845
6	1.323.028	13.230	25.617	92.462
7	1.422.718	14.227	27.457	119.919
8	1.481.780	14.818	29.045	148.964
9	1.545.359	15.454	30.271	179.235
10	1.626.051	16.261	31.714	210.949
11	1.702.504	17.025	33.286	244.235
12	1.744.492	17.445	34.470	278.705

Elaborado con imagen ASTER-GDEM de 30x30 de resolución.

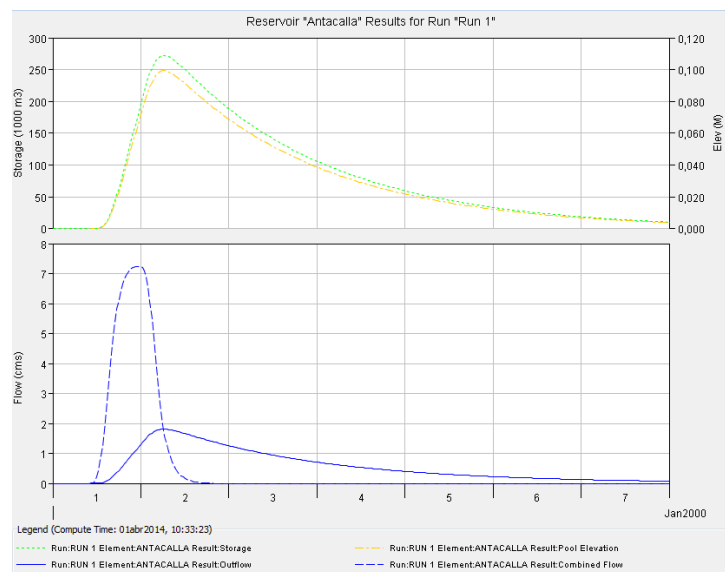


7.9. Anexo J: Reporte de HEC HMS de embalses para TR=50 Años – Escenario 02

Reporte del transito de avenidas para TR = 50 Años del Embalse Antacalla

Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)	Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)
01-ene-00	10:30	0	0	0	0	02-ene-00	10:30	0.3	257.8	0.1	1.7
01-ene-00	11:00	0	0	0	0	02-ene-00	11:00	0.3	255.3	0.1	1.7
01-ene-00	11:30	0.1	0.1	0	0	02-ene-00	11:30	0.2	252.6	0.1	1.7
01-ene-00	12:00	0.2	0.4	0	0	02-ene-00	12:00	0.2	250	0.1	1.7
01-ene-00	12:30	0.4	0.9	0	0	02-ene-00	12:30	0.1	247.3	0.1	1.6
01-ene-00	13:00	0.8	2	0	0	02-ene-00	13:00	0.1	244.5	0.1	1.6
01-ene-00	13:30	1.2	3.8	0	0	02-ene-00	13:30	0.1	241.8	0.1	1.6
01-ene-00	14:00	1.8	6.4	0	0	02-ene-00	14:00	0.1	239.1	0.1	1.6
01-ene-00	14:30	2.4	10.1	0	0.1	02-ene-00	14:30	0.1	236.3	0.1	1.6
01-ene-00	15:00	3	14.8	0	0.1	02-ene-00	15:00	0	233.6	0.1	1.6
01-ene-00	15:30	3.7	20.7	0	0.1	02-ene-00	15:30	0	230.9	0.1	1.5
01-ene-00	16:00	4.3	27.6	0	0.2	02-ene-00	16:00	0	228.2	0.1	1.5
01-ene-00	16:30	4.9	35.5	0	0.2	02-ene-00	16:30	0	225.6	0.1	1.5
01-ene-00	17:00	5.4	44.3	0	0.3	02-ene-00	17:00	0	222.9	0.1	1.5
01-ene-00	17:30	5.8	53.7	0	0.4	02-ene-00	17:30	0	220.3	0.1	1.5
01-ene-00	18:00	6.1	63.8	0	0.4	02-ene-00	18:00	0	217.7	0.1	1.4
01-ene-00	18:30	6.4	74.3	0	0.5	02-ene-00	18:30	0	215.1	0.1	1.4
01-ene-00	19:00	6.6	85.1	0	0.6	02-ene-00	19:00	0	212.5	0.1	1.4
01-ene-00	19:30	6.8	96.1	0	0.6	02-ene-00	19:30	0	210	0.1	1.4
01-ene-00	20:00	6.9	107.3	0	0.7	02-ene-00	20:00	0	207.5	0.1	1.4
01-ene-00	20:30	7	118.5	0	0.8	02-ene-00	20:30	0	205	0.1	1.4
01-ene-00	21:00	7.1	129.8	0	0.9	02-ene-00	21:00	0	202.6	0.1	1.3
01-ene-00	21:30	7.2	141	0.1	0.9	02-ene-00	21:30	0	200.2	0.1	1.3
01-ene-00	22:00	7.2	152.2	0.1	1	02-ene-00	22:00	0	197.8	0.1	1.3
01-ene-00	22:30	7.2	163.3	0.1	1.1	02-ene-00	22:30	0	195.5	0.1	1.3
01-ene-00	23:00	7.2	174.3	0.1	1.2	02-ene-00	23:00	0	193.1	0.1	1.3
01-ene-00	23:30	7.2	185.1	0.1	1.2	02-ene-00	23:30	0	190.8	0.1	1.3
02-ene-00	0:00	7.2	195.9	0.1	1.3	03-ene-00	0:00	0	188.6	0.1	1.3
02-ene-00	0:30	7.2	206.4	0.1	1.4	03-ene-00	0:30	0	186.3	0.1	1.2
02-ene-00	1:00	7.1	216.7	0.1	1.4	03-ene-00	1:00	0	184.1	0.1	1.2
02-ene-00	1:30	6.9	226.6	0.1	1.5	03-ene-00	1:30	0	181.9	0.1	1.2
02-ene-00	2:00	6.6	236	0.1	1.6	03-ene-00	2:00	0	179.8	0.1	1.2
02-ene-00	2:30	6.1	244.5	0.1	1.6	03-ene-00	2:30	0	177.6	0.1	1.2
02-ene-00	3:00	5.5	251.9	0.1	1.7	03-ene-00	3:00	0	175.5	0.1	1.2
02-ene-00	3:30	4.9	258.2	0.1	1.7	03-ene-00	3:30	0	173.4	0.1	1.2
02-ene-00	4:00	4.2	263.2	0.1	1.7	03-ene-00	4:00	0	171.4	0.1	1.1
02-ene-00	4:30	3.5	267	0.1	1.8	03-ene-00	4:30	0	169.3	0.1	1.1
02-ene-00	5:00	2.9	269.7	0.1	1.8	03-ene-00	5:00	0	167.3	0.1	1.1
02-ene-00	5:30	2.4	271.3	0.1	1.8	03-ene-00	5:30	0	165.3	0.1	1.1
02-ene-00	6:00	2	271.9	0.1	1.8	03-ene-00	6:00	0	163.4	0.1	1.1
02-ene-00	6:30	1.6	271.9	0.1	1.8	03-ene-00	6:30	0	161.4	0.1	1.1
02-ene-00	7:00	1.3	271.2	0.1	1.8	03-ene-00	7:00	0	159.5	0.1	1.1
02-ene-00	7:30	1.1	270.1	0.1	1.8	03-ene-00	7:30	0	157.6	0.1	1
02-ene-00	8:00	0.9	268.6	0.1	1.8	03-ene-00	8:00	0	155.7	0.1	1
02-ene-00	8:30	0.7	266.9	0.1	1.8	03-ene-00	8:30	0	153.9	0.1	1
02-ene-00	9:00	0.6	264.9	0.1	1.8	03-ene-00	9:00	0	152	0.1	1
02-ene-00	9:30	0.5	262.6	0.1	1.7	03-ene-00	9:30	0	150.2	0.1	1
02-ene-00	10:00	0.4	260.3	0.1	1.7	03-ene-00	10:00	0	148.5	0.1	1

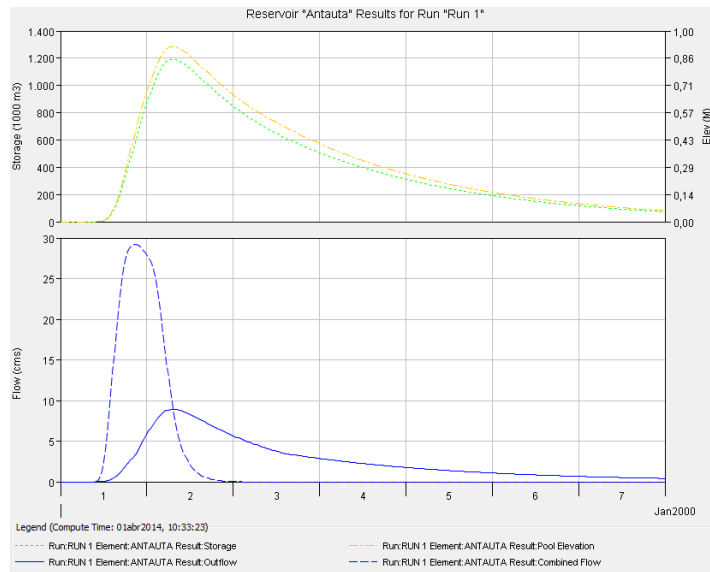
Fuente: Reporte del programa HEC-HMS (Elaboración propia).



Reporte del transito de avenidas para TR = 50 Años del Embalse Antauta

Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)	Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)
01-ene-00	10:00	0	0	0	0	02-ene-00	10:00	3.9	1165.1	0.9	8.7
01-ene-00	10:30	0.2	0.3	0	0	02-ene-00	10:30	3.3	1156	0.9	8.6
01-ene-00	11:00	0.7	1.1	0	0	02-ene-00	11:00	2.9	1146.2	0.9	8.5
01-ene-00	11:30	1.4	2.9	0	0	02-ene-00	11:30	2.4	1135.8	0.9	8.4
01-ene-00	12:00	2.4	6.2	0	0	02-ene-00	12:00	2.1	1124.9	0.9	8.3
01-ene-00	12:30	3.9	11.9	0	0.1	02-ene-00	12:30	1.8	1113.6	0.9	8.2
01-ene-00	13:00	5.9	20.6	0	0.1	02-ene-00	13:00	1.5	1101.9	0.9	8.1
01-ene-00	13:30	8.2	33	0	0.2	02-ene-00	13:30	1.3	1090.1	0.8	8
01-ene-00	14:00	10.8	49.8	0	0.3	02-ene-00	14:00	1.1	1078.1	0.8	7.8
01-ene-00	14:30	13.5	71	0.1	0.4	02-ene-00	14:30	1	1065.9	0.8	7.7
01-ene-00	15:00	16.1	96.7	0.1	0.5	02-ene-00	15:00	0.8	1053.7	0.8	7.6
01-ene-00	15:30	18.6	126.7	0.1	0.7	02-ene-00	15:30	0.7	1041.5	0.8	7.5
01-ene-00	16:00	20.9	160.8	0.1	0.9	02-ene-00	16:00	0.6	1029.2	0.8	7.4
01-ene-00	16:30	22.9	198.3	0.2	1.1	02-ene-00	16:30	0.5	1017	0.8	7.3
01-ene-00	17:00	24.7	238.9	0.2	1.3	02-ene-00	17:00	0.4	1004.9	0.8	7.1
01-ene-00	17:30	26.1	281.9	0.2	1.6	02-ene-00	17:30	0.4	992.8	0.8	7
01-ene-00	18:00	27.2	326.9	0.3	1.8	02-ene-00	18:00	0.3	980.9	0.8	6.9
01-ene-00	18:30	28	373	0.3	2.1	02-ene-00	18:30	0.3	969	0.8	6.8
01-ene-00	19:00	28.5	419.9	0.3	2.4	02-ene-00	19:00	0.2	957.3	0.7	6.7
01-ene-00	19:30	28.9	467	0.4	2.6	02-ene-00	19:30	0.2	945.7	0.7	6.6
01-ene-00	20:00	29.1	514.2	0.4	2.9	02-ene-00	20:00	0.2	934.3	0.7	6.5
01-ene-00	20:30	29.2	561.2	0.5	3.2	02-ene-00	20:30	0.1	922.9	0.7	6.4
01-ene-00	21:00	29.2	607.8	0.5	3.4	02-ene-00	21:00	0.1	911.8	0.7	6.3
01-ene-00	21:30	29.1	653.8	0.5	3.8	02-ene-00	21:30	0.1	900.8	0.7	6.2
01-ene-00	22:00	29	698.8	0.6	4.2	02-ene-00	22:00	0.1	889.9	0.7	6.1
01-ene-00	22:30	28.8	742.7	0.6	4.7	02-ene-00	22:30	0.1	879.2	0.7	6
01-ene-00	23:00	28.5	785.5	0.6	5.1	02-ene-00	23:00	0	868.6	0.7	5.9
01-ene-00	23:30	28.2	827.1	0.7	5.5	02-ene-00	23:30	0	858.3	0.7	5.8
02-ene-00	0:00	27.9	867.5	0.7	5.8	03-ene-00	0:00	0	848	0.7	5.7
02-ene-00	0:30	27.6	906.6	0.7	6.2	03-ene-00	0:30	0	837.9	0.7	5.6
02-ene-00	1:00	27.1	944.4	0.7	6.6	03-ene-00	1:00	0	828	0.7	5.5
02-ene-00	1:30	26.5	980.5	0.8	6.9	03-ene-00	1:30	0	818.3	0.6	5.4
02-ene-00	2:00	25.7	1014.8	0.8	7.2	03-ene-00	2:00	0	808.7	0.6	5.3
02-ene-00	2:30	24.7	1047	0.8	7.5	03-ene-00	2:30	0	799.2	0.6	5.2
02-ene-00	3:00	23.5	1076.5	0.8	7.8	03-ene-00	3:00	0	790	0.6	5.1
02-ene-00	3:30	21.9	1103.1	0.9	8.1	03-ene-00	3:30	0	780.8	0.6	5
02-ene-00	4:00	20.2	1126.3	0.9	8.3	03-ene-00	4:00	0	771.9	0.6	4.9
02-ene-00	4:30	18.4	1146	0.9	8.5	03-ene-00	4:30	0	763.1	0.6	4.9
02-ene-00	5:00	16.6	1162	0.9	8.6	03-ene-00	5:00	0	754.4	0.6	4.8
02-ene-00	5:30	14.7	1174.5	0.9	8.8	03-ene-00	5:30	0	745.9	0.6	4.7
02-ene-00	6:00	12.9	1183.6	0.9	8.8	03-ene-00	6:00	0	737.5	0.6	4.6
02-ene-00	6:30	11.2	1189.4	0.9	8.9	03-ene-00	6:30	0	729.3	0.6	4.5
02-ene-00	7:00	9.7	1192.2	0.9	8.9	03-ene-00	7:00	0	721.2	0.6	4.5
02-ene-00	7:30	8.3	1192.3	0.9	8.9	03-ene-00	7:30	0	713.2	0.6	4.4
02-ene-00	8:00	7.1	1190.2	0.9	8.9	03-ene-00	8:00	0	705.4	0.6	4.3
02-ene-00	8:30	6.1	1186	0.9	8.9	03-ene-00	8:30	0	697.7	0.6	4.2
02-ene-00	9:00	5.2	1180.3	0.9	8.8	03-ene-00	9:00	0	690.1	0.6	4.2
02-ene-00	9:30	4.5	1173.2	0.9	8.7	03-ene-00	9:30	0	682.7	0.5	4.1

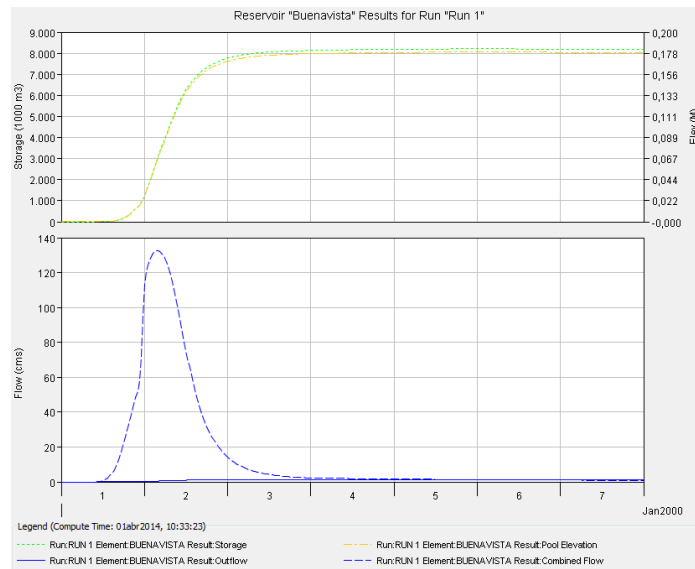
Fuente: Reporte del programa HEC-HMS (Elaboración propia).



Reporte del transito de avenidas para TR = 50 Años del Embalse Buenavista

Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)	Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)
04-ene-00	20:30	1.7	8183.4	0.2	1.2	06-ene-00	0:00	1.3	8205.5	0.2	1.3
04-ene-00	21:00	1.7	8184.2	0.2	1.2	06-ene-00	0:30	1.3	8205.5	0.2	1.3
04-ene-00	21:30	1.7	8185	0.2	1.2	06-ene-00	1:00	1.3	8205.5	0.2	1.3
04-ene-00	22:00	1.7	8185.8	0.2	1.2	06-ene-00	1:30	1.3	8205.5	0.2	1.3
04-ene-00	22:30	1.7	8186.6	0.2	1.2	06-ene-00	2:00	1.2	8205.5	0.2	1.3
04-ene-00	23:00	1.7	8187.3	0.2	1.2	06-ene-00	2:30	1.2	8205.5	0.2	1.3
04-ene-00	23:30	1.7	8188	0.2	1.2	06-ene-00	3:00	1.2	8205.5	0.2	1.3
05-ene-00	0:00	1.6	8188.8	0.2	1.2	06-ene-00	3:30	1.2	8205.4	0.2	1.3
05-ene-00	0:30	1.6	8189.5	0.2	1.2	06-ene-00	4:00	1.2	8205.4	0.2	1.3
05-ene-00	1:00	1.6	8190.1	0.2	1.3	06-ene-00	4:30	1.2	8205.3	0.2	1.3
05-ene-00	1:30	1.6	8190.8	0.2	1.3	06-ene-00	5:00	1.2	8205.2	0.2	1.3
05-ene-00	2:00	1.6	8191.5	0.2	1.3	06-ene-00	5:30	1.2	8205.1	0.2	1.3
05-ene-00	2:30	1.6	8192.1	0.2	1.3	06-ene-00	6:00	1.2	8205.1	0.2	1.3
05-ene-00	3:00	1.6	8192.7	0.2	1.3	06-ene-00	6:30	1.2	8205	0.2	1.3
05-ene-00	3:30	1.6	8193.3	0.2	1.3	06-ene-00	7:00	1.2	8204.8	0.2	1.3
05-ene-00	4:00	1.6	8193.9	0.2	1.3	06-ene-00	7:30	1.2	8204.7	0.2	1.3
05-ene-00	4:30	1.6	8194.5	0.2	1.3	06-ene-00	8:00	1.2	8204.6	0.2	1.3
05-ene-00	5:00	1.6	8195	0.2	1.3	06-ene-00	8:30	1.2	8204.4	0.2	1.3
05-ene-00	5:30	1.5	8195.5	0.2	1.3	06-ene-00	9:00	1.2	8204.3	0.2	1.3
05-ene-00	6:00	1.5	8196.1	0.2	1.3	06-ene-00	9:30	1.2	8204.1	0.2	1.3
05-ene-00	6:30	1.5	8196.6	0.2	1.3	06-ene-00	10:00	1.2	8203.9	0.2	1.3
05-ene-00	7:00	1.5	8197.1	0.2	1.3	06-ene-00	10:30	1.1	8203.8	0.2	1.3
05-ene-00	7:30	1.5	8197.5	0.2	1.3	06-ene-00	11:00	1.1	8203.6	0.2	1.3
05-ene-00	8:00	1.5	8198	0.2	1.3	06-ene-00	11:30	1.1	8203.4	0.2	1.3
05-ene-00	8:30	1.5	8198.4	0.2	1.3	06-ene-00	12:00	1.1	8203.2	0.2	1.3
05-ene-00	9:00	1.5	8198.9	0.2	1.3	06-ene-00	12:30	1.1	8202.9	0.2	1.3
05-ene-00	9:30	1.5	8199.3	0.2	1.3	06-ene-00	13:00	1.1	8202.7	0.2	1.3
05-ene-00	10:00	1.5	8199.7	0.2	1.3	06-ene-00	13:30	1.1	8202.5	0.2	1.3
05-ene-00	10:30	1.5	8200.1	0.2	1.3	06-ene-00	14:00	1.1	8202.2	0.2	1.3
05-ene-00	11:00	1.5	8200.4	0.2	1.3	06-ene-00	14:30	1.1	8202	0.2	1.3
05-ene-00	11:30	1.4	8200.8	0.2	1.3	06-ene-00	15:00	1.1	8201.7	0.2	1.3
05-ene-00	12:00	1.4	8201.1	0.2	1.3	06-ene-00	15:30	1.1	8201.4	0.2	1.3
05-ene-00	12:30	1.4	8201.5	0.2	1.3	06-ene-00	16:00	1.1	8201.1	0.2	1.3
05-ene-00	13:00	1.4	8201.8	0.2	1.3	06-ene-00	16:30	1.1	8200.8	0.2	1.3
05-ene-00	13:30	1.4	8202.1	0.2	1.3	06-ene-00	17:00	1.1	8200.5	0.2	1.3
05-ene-00	14:00	1.4	8202.4	0.2	1.3	06-ene-00	17:30	1.1	8200.2	0.2	1.3
05-ene-00	14:30	1.4	8202.7	0.2	1.3	06-ene-00	18:00	1.1	8199.9	0.2	1.3
05-ene-00	15:00	1.4	8202.9	0.2	1.3	06-ene-00	18:30	1.1	8199.6	0.2	1.3
05-ene-00	15:30	1.4	8203.2	0.2	1.3	06-ene-00	19:00	1.1	8199.2	0.2	1.3
05-ene-00	16:00	1.4	8203.4	0.2	1.3	06-ene-00	19:30	1.1	8198.9	0.2	1.3
05-ene-00	16:30	1.4	8203.6	0.2	1.3	06-ene-00	20:00	1.1	8198.5	0.2	1.3
05-ene-00	17:00	1.4	8203.8	0.2	1.3	06-ene-00	20:30	1	8198.2	0.2	1.3
05-ene-00	17:30	1.4	8204	0.2	1.3	06-ene-00	21:00	1	8197.8	0.2	1.3
05-ene-00	18:00	1.4	8204.2	0.2	1.3	06-ene-00	21:30	1	8197.4	0.2	1.3
05-ene-00	18:30	1.3	8204.4	0.2	1.3	06-ene-00	22:00	1	8197	0.2	1.3
05-ene-00	19:00	1.3	8204.5	0.2	1.3	06-ene-00	22:30	1	8196.6	0.2	1.3
05-ene-00	19:30	1.3	8204.7	0.2	1.3	06-ene-00	23:00	1	8196.2	0.2	1.3
05-ene-00	20:00	1.3	8204.8	0.2	1.3	06-ene-00	23:30	1	8195.8	0.2	1.3

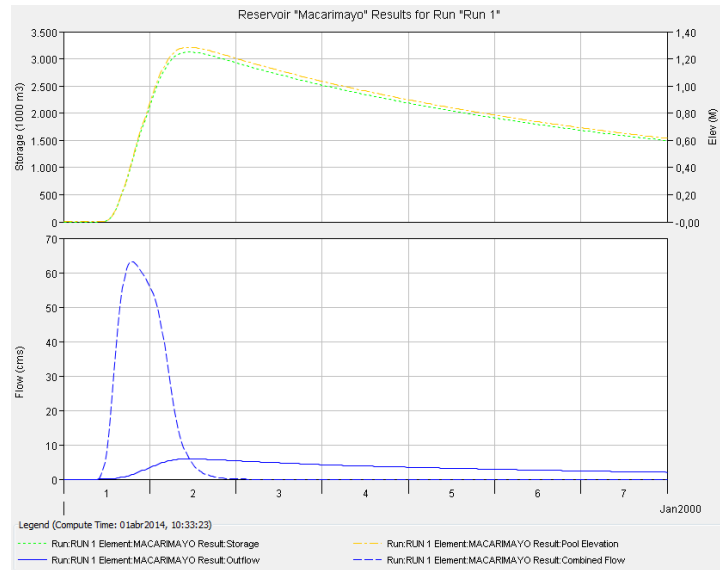
Fuente: Reporte del programa HEC-HMS (Elaboración propia).



Reporte del transito de avenidas para TR = 50 Años del Embalse Macarimayo

Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)	Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)
01-ene-00	12:30	12.5	41.2	0	0	02-ene-00	12:30	3.7	3119.8	1.3	5.9
01-ene-00	13:00	17.9	68.4	0	0.1	02-ene-00	13:00	3.2	3115.5	1.3	5.9
01-ene-00	13:30	24	105.9	0	0.1	02-ene-00	13:30	2.8	3110.4	1.3	5.8
01-ene-00	14:00	30.3	154.6	0.1	0.2	02-ene-00	14:00	2.4	3104.5	1.3	5.8
01-ene-00	14:30	36.5	214.3	0.1	0.2	02-ene-00	14:30	2	3097.9	1.3	5.8
01-ene-00	15:00	42.2	284.6	0.1	0.3	02-ene-00	15:00	1.7	3090.9	1.3	5.8
01-ene-00	15:30	47.4	364.6	0.1	0.4	02-ene-00	15:30	1.5	3083.3	1.3	5.8
01-ene-00	16:00	51.9	453.2	0.2	0.5	02-ene-00	16:00	1.3	3075.4	1.3	5.7
01-ene-00	16:30	55.7	549.1	0.2	0.6	02-ene-00	16:30	1.1	3067.2	1.3	5.7
01-ene-00	17:00	58.7	650.8	0.3	0.7	02-ene-00	17:00	0.9	3058.7	1.3	5.7
01-ene-00	17:30	61	757.1	0.3	0.9	02-ene-00	17:30	0.8	3050	1.3	5.7
01-ene-00	18:00	62.4	866.6	0.4	1	02-ene-00	18:00	0.7	3041.1	1.3	5.7
01-ene-00	18:30	63.1	977.6	0.4	1.1	02-ene-00	18:30	0.6	3032.1	1.2	5.6
01-ene-00	19:00	63.2	1089.1	0.4	1.3	02-ene-00	19:00	0.5	3022.9	1.2	5.6
01-ene-00	19:30	63	1200.3	0.5	1.4	02-ene-00	19:30	0.4	3013.6	1.2	5.6
01-ene-00	20:00	62.6	1310.7	0.5	1.6	02-ene-00	20:00	0.3	3004.3	1.2	5.6
01-ene-00	20:30	62.1	1419.9	0.6	1.8	02-ene-00	20:30	0.3	2994.8	1.2	5.5
01-ene-00	21:00	61.4	1527.5	0.6	2.1	02-ene-00	21:00	0.2	2985.4	1.2	5.5
01-ene-00	21:30	60.6	1633.4	0.7	2.3	02-ene-00	21:30	0.2	2975.9	1.2	5.5
01-ene-00	22:00	59.8	1737.4	0.7	2.5	02-ene-00	22:00	0.2	2966.4	1.2	5.4
01-ene-00	22:30	58.8	1839.5	0.8	2.7	02-ene-00	22:30	0.1	2956.8	1.2	5.4
01-ene-00	23:00	57.9	1939.5	0.8	2.9	02-ene-00	23:00	0.1	2947.3	1.2	5.4
01-ene-00	23:30	57	2037.3	0.8	3.2	02-ene-00	23:30	0.1	2937.8	1.2	5.4
02-ene-00	0:00	56	2133.1	0.9	3.4	03-ene-00	0:00	0.1	2928.2	1.2	5.3
02-ene-00	0:30	55	2226.8	0.9	3.6	03-ene-00	0:30	0	2918.7	1.2	5.3
02-ene-00	1:00	53.8	2318	1	3.8	03-ene-00	1:00	0	2909.2	1.2	5.3
02-ene-00	1:30	52.3	2406.6	1	3.9	03-ene-00	1:30	0	2899.8	1.2	5.3
02-ene-00	2:00	50.6	2491.9	1	4.2	03-ene-00	2:00	0	2890.3	1.2	5.2
02-ene-00	2:30	48.5	2573.5	1.1	4.4	03-ene-00	2:30	0	2880.9	1.2	5.2
02-ene-00	3:00	46	2650.5	1.1	4.6	03-ene-00	3:00	0	2871.6	1.2	5.2
02-ene-00	3:30	43	2722.1	1.1	4.8	03-ene-00	3:30	0	2862.2	1.2	5.2
02-ene-00	4:00	39.7	2787.8	1.1	5	03-ene-00	4:00	0	2853	1.2	5.1
02-ene-00	4:30	36.2	2847	1.2	5.1	03-ene-00	4:30	0	2843.7	1.2	5.1
02-ene-00	5:00	32.6	2899.6	1.2	5.3	03-ene-00	5:00	0	2834.5	1.2	5.1
02-ene-00	5:30	29.1	2945.6	1.2	5.4	03-ene-00	5:30	0	2825.4	1.2	5.1
02-ene-00	6:00	25.7	2985.1	1.2	5.5	03-ene-00	6:00	0	2816.3	1.2	5
02-ene-00	6:30	22.5	3018.5	1.2	5.6	03-ene-00	6:30	0	2807.2	1.2	5
02-ene-00	7:00	19.5	3046.1	1.3	5.7	03-ene-00	7:00	0	2798.2	1.2	5
02-ene-00	7:30	16.8	3068.5	1.3	5.7	03-ene-00	7:30	0	2789.3	1.1	5
02-ene-00	8:00	14.4	3086.2	1.3	5.8	03-ene-00	8:00	0	2780.4	1.1	4.9
02-ene-00	8:30	12.3	3099.9	1.3	5.8	03-ene-00	8:30	0	2771.5	1.1	4.9
02-ene-00	9:00	10.6	3110.1	1.3	5.8	03-ene-00	9:00	0	2762.6	1.1	4.9
02-ene-00	9:30	9.2	3117.4	1.3	5.9	03-ene-00	9:30	0	2753.9	1.1	4.9
02-ene-00	10:00	7.9	3122.2	1.3	5.9	03-ene-00	10:00	0	2745.1	1.1	4.8
02-ene-00	10:30	6.8	3124.9	1.3	5.9	03-ene-00	10:30	0	2736.4	1.1	4.8
02-ene-00	11:00	5.9	3125.8	1.3	5.9	03-ene-00	11:00	0	2727.7	1.1	4.8
02-ene-00	11:30	5.1	3125.1	1.3	5.9	03-ene-00	11:30	0	2719.1	1.1	4.8
02-ene-00	12:00	4.4	3123.1	1.3	5.9	03-ene-00	12:00	0	2710.5	1.1	4.8

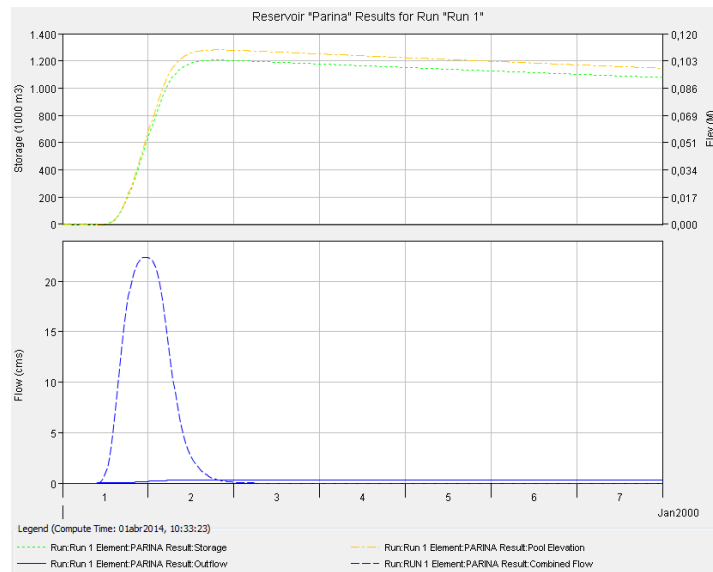
Fuente: Reporte del programa HEC-HMS (Elaboración propia).



Reporte del transito de avenidas para TR = 50 Años del Embalse Parina

Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)	Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)
01-ene-00	18:00	17.3	181.8	0	0	02-ene-00	18:00	0.5	1204.6	0.1	0.3
01-ene-00	18:30	18.5	213.9	0	0.1	02-ene-00	18:30	0.4	1204.9	0.1	0.3
01-ene-00	19:00	19.5	247.9	0	0.1	02-ene-00	19:00	0.4	1205	0.1	0.3
01-ene-00	19:30	20.2	283.6	0	0.1	02-ene-00	19:30	0.3	1205.1	0.1	0.3
01-ene-00	20:00	20.9	320.4	0	0.1	02-ene-00	20:00	0.3	1205.1	0.1	0.3
01-ene-00	20:30	21.4	358.3	0	0.1	02-ene-00	20:30	0.2	1205.1	0.1	0.3
01-ene-00	21:00	21.7	396.9	0	0.1	02-ene-00	21:00	0.2	1204.9	0.1	0.3
01-ene-00	21:30	22	436	0	0.1	02-ene-00	21:30	0.2	1204.7	0.1	0.3
01-ene-00	22:00	22.2	475.6	0	0.1	02-ene-00	22:00	0.2	1204.5	0.1	0.3
01-ene-00	22:30	22.3	515.4	0	0.1	02-ene-00	22:30	0.1	1204.2	0.1	0.3
01-ene-00	23:00	22.4	555.4	0.1	0.1	02-ene-00	23:00	0.1	1203.8	0.1	0.3
01-ene-00	23:30	22.4	595.4	0.1	0.2	02-ene-00	23:30	0.1	1203.4	0.1	0.3
02-ene-00	0:00	22.4	635.4	0.1	0.2	03-ene-00	0:00	0.1	1203	0.1	0.3
02-ene-00	0:30	22.3	675.2	0.1	0.2	03-ene-00	0:30	0.1	1202.6	0.1	0.3
02-ene-00	1:00	22.1	714.8	0.1	0.2	03-ene-00	1:00	0.1	1202.2	0.1	0.3
02-ene-00	1:30	21.8	753.9	0.1	0.2	03-ene-00	1:30	0	1201.7	0.1	0.3
02-ene-00	2:00	21.4	792.4	0.1	0.2	03-ene-00	2:00	0	1201.2	0.1	0.3
02-ene-00	2:30	20.8	830	0.1	0.2	03-ene-00	2:30	0	1200.7	0.1	0.3
02-ene-00	3:00	20.1	866.5	0.1	0.2	03-ene-00	3:00	0	1200.2	0.1	0.3
02-ene-00	3:30	19.2	901.5	0.1	0.2	03-ene-00	3:30	0	1199.7	0.1	0.3
02-ene-00	4:00	18.1	934.7	0.1	0.2	03-ene-00	4:00	0	1199.2	0.1	0.3
02-ene-00	4:30	16.9	965.8	0.1	0.2	03-ene-00	4:30	0	1198.6	0.1	0.3
02-ene-00	5:00	15.6	994.6	0.1	0.3	03-ene-00	5:00	0	1198.1	0.1	0.3
02-ene-00	5:30	14.3	1021	0.1	0.3	03-ene-00	5:30	0	1197.5	0.1	0.3
02-ene-00	6:00	12.9	1045	0.1	0.3	03-ene-00	6:00	0	1197	0.1	0.3
02-ene-00	6:30	11.6	1066.5	0.1	0.3	03-ene-00	6:30	0	1196.4	0.1	0.3
02-ene-00	7:00	10.3	1085.7	0.1	0.3	03-ene-00	7:00	0	1195.9	0.1	0.3
02-ene-00	7:30	9.1	1102.6	0.1	0.3	03-ene-00	7:30	0	1195.3	0.1	0.3
02-ene-00	8:00	8	1117.4	0.1	0.3	03-ene-00	8:00	0	1194.8	0.1	0.3
02-ene-00	8:30	6.9	1130.3	0.1	0.3	03-ene-00	8:30	0	1194.2	0.1	0.3
02-ene-00	9:00	6	1141.5	0.1	0.3	03-ene-00	9:00	0	1193.7	0.1	0.3
02-ene-00	9:30	5.2	1151.1	0.1	0.3	03-ene-00	9:30	0	1193.1	0.1	0.3
02-ene-00	10:00	4.6	1159.3	0.1	0.3	03-ene-00	10:00	0	1192.6	0.1	0.3
02-ene-00	10:30	4	1166.5	0.1	0.3	03-ene-00	10:30	0	1192	0.1	0.3
02-ene-00	11:00	3.5	1172.7	0.1	0.3	03-ene-00	11:00	0	1191.5	0.1	0.3
02-ene-00	11:30	3.1	1178	0.1	0.3	03-ene-00	11:30	0	1190.9	0.1	0.3
02-ene-00	12:00	2.7	1182.7	0.1	0.3	03-ene-00	12:00	0	1190.4	0.1	0.3
02-ene-00	12:30	2.3	1186.6	0.1	0.3	03-ene-00	12:30	0	1189.8	0.1	0.3
02-ene-00	13:00	2	1190	0.1	0.3	03-ene-00	13:00	0	1189.3	0.1	0.3
02-ene-00	13:30	1.8	1192.9	0.1	0.3	03-ene-00	13:30	0	1188.8	0.1	0.3
02-ene-00	14:00	1.6	1195.4	0.1	0.3	03-ene-00	14:00	0	1188.2	0.1	0.3
02-ene-00	14:30	1.4	1197.5	0.1	0.3	03-ene-00	14:30	0	1187.7	0.1	0.3
02-ene-00	15:00	1.2	1199.2	0.1	0.3	03-ene-00	15:00	0	1187.1	0.1	0.3
02-ene-00	15:30	1	1200.6	0.1	0.3	03-ene-00	15:30	0	1186.6	0.1	0.3
02-ene-00	16:00	0.9	1201.8	0.1	0.3	03-ene-00	16:00	0	1186	0.1	0.3
02-ene-00	16:30	0.8	1202.8	0.1	0.3	03-ene-00	16:30	0	1185.5	0.1	0.3
02-ene-00	17:00	0.7	1203.5	0.1	0.3	03-ene-00	17:00	0	1184.9	0.1	0.3
02-ene-00	17:30	0.6	1204.1	0.1	0.3	03-ene-00	17:30	0	1184.4	0.1	0.3

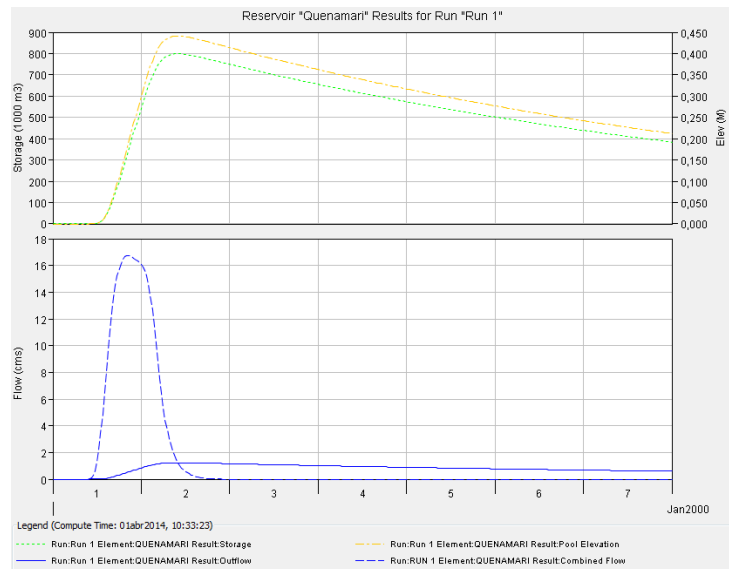
Fuente: Reporte del programa HEC-HMS (Elaboración propia).



Reporte del transito de avenidas para TR = 50 Años del Embalse Quenamari

Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)	Date	Time	Inflow (MM)	Storage (M3/S)	Elevation (M3/S)	Outflow (M3/S)
01-ene-00	10:00	0	0	0	0	02-ene-00	10:00	1.2	798.8	0.4	1.2
01-ene-00	10:30	0.1	0.1	0	0	02-ene-00	10:30	1	798.6	0.4	1.2
01-ene-00	11:00	0.3	0.4	0	0	02-ene-00	11:00	0.8	798	0.4	1.2
01-ene-00	11:30	0.6	1.2	0	0	02-ene-00	11:30	0.7	797.2	0.4	1.2
01-ene-00	12:00	1.3	2.9	0	0	02-ene-00	12:00	0.6	796.1	0.4	1.2
01-ene-00	12:30	2.2	6	0	0	02-ene-00	12:30	0.5	794.8	0.4	1.2
01-ene-00	13:00	3.4	11.1	0	0	02-ene-00	13:00	0.4	793.4	0.4	1.2
01-ene-00	13:30	4.9	18.5	0	0	02-ene-00	13:30	0.3	791.9	0.4	1.2
01-ene-00	14:00	6.5	28.6	0	0	02-ene-00	14:00	0.3	790.2	0.4	1.2
01-ene-00	14:30	8.1	41.6	0	0.1	02-ene-00	14:30	0.2	788.4	0.4	1.2
01-ene-00	15:00	9.7	57.5	0	0.1	02-ene-00	15:00	0.2	786.6	0.4	1.2
01-ene-00	15:30	11.1	76	0	0.1	02-ene-00	15:30	0.1	784.7	0.4	1.2
01-ene-00	16:00	12.4	96.9	0.1	0.1	02-ene-00	16:00	0.1	782.8	0.4	1.2
01-ene-00	16:30	13.6	120.1	0.1	0.2	02-ene-00	16:30	0.1	780.8	0.4	1.2
01-ene-00	17:00	14.5	145	0.1	0.2	02-ene-00	17:00	0.1	778.8	0.4	1.2
01-ene-00	17:30	15.2	171.4	0.1	0.3	02-ene-00	17:30	0.1	776.7	0.4	1.2
01-ene-00	18:00	15.8	198.8	0.1	0.3	02-ene-00	18:00	0	774.7	0.4	1.2
01-ene-00	18:30	16.2	226.9	0.1	0.4	02-ene-00	18:30	0	772.6	0.4	1.2
01-ene-00	19:00	16.4	255.6	0.1	0.4	02-ene-00	19:00	0	770.5	0.4	1.2
01-ene-00	19:30	16.6	284.6	0.2	0.4	02-ene-00	19:30	0	768.4	0.4	1.2
01-ene-00	20:00	16.7	313.8	0.2	0.5	02-ene-00	20:00	0	766.3	0.4	1.2
01-ene-00	20:30	16.8	343.1	0.2	0.5	02-ene-00	20:30	0	764.2	0.4	1.2
01-ene-00	21:00	16.7	372.2	0.2	0.6	02-ene-00	21:00	0	762.1	0.4	1.2
01-ene-00	21:30	16.6	401.2	0.2	0.6	02-ene-00	21:30	0	760	0.4	1.2
01-ene-00	22:00	16.5	429.9	0.2	0.7	02-ene-00	22:00	0	757.8	0.4	1.2
01-ene-00	22:30	16.4	458.3	0.3	0.7	02-ene-00	22:30	0	755.7	0.4	1.2
01-ene-00	23:00	16.3	486.5	0.3	0.8	02-ene-00	23:00	0	753.6	0.4	1.2
01-ene-00	23:30	16.2	514.4	0.3	0.8	02-ene-00	23:30	0	751.5	0.4	1.2
02-ene-00	0:00	16.1	541.9	0.3	0.8	03-ene-00	0:00	0	749.5	0.4	1.2
02-ene-00	0:30	15.9	569.2	0.3	0.9	03-ene-00	0:30	0	747.4	0.4	1.2
02-ene-00	1:00	15.6	595.9	0.3	0.9	03-ene-00	1:00	0	745.3	0.4	1.2
02-ene-00	1:30	15.2	622	0.3	1	03-ene-00	1:30	0	743.2	0.4	1.1
02-ene-00	2:00	14.6	647	0.4	1	03-ene-00	2:00	0	741.2	0.4	1.1
02-ene-00	2:30	13.7	670.7	0.4	1	03-ene-00	2:30	0	739.1	0.4	1.1
02-ene-00	3:00	12.7	692.5	0.4	1.1	03-ene-00	3:00	0	737	0.4	1.1
02-ene-00	3:30	11.4	712.3	0.4	1.1	03-ene-00	3:30	0	735	0.4	1.1
02-ene-00	4:00	10.1	729.7	0.4	1.1	03-ene-00	4:00	0	733	0.4	1.1
02-ene-00	4:30	8.8	744.7	0.4	1.2	03-ene-00	4:30	0	730.9	0.4	1.1
02-ene-00	5:00	7.6	757.3	0.4	1.2	03-ene-00	5:00	0	728.9	0.4	1.1
02-ene-00	5:30	6.4	767.8	0.4	1.2	03-ene-00	5:30	0	726.9	0.4	1.1
02-ene-00	6:00	5.3	776.2	0.4	1.2	03-ene-00	6:00	0	724.8	0.4	1.1
02-ene-00	6:30	4.4	782.8	0.4	1.2	03-ene-00	6:30	0	722.8	0.4	1.1
02-ene-00	7:00	3.7	787.9	0.4	1.2	03-ene-00	7:00	0	720.8	0.4	1.1
02-ene-00	7:30	3.1	791.8	0.4	1.2	03-ene-00	7:30	0	718.8	0.4	1.1
02-ene-00	8:00	2.5	794.6	0.4	1.2	03-ene-00	8:00	0	716.8	0.4	1.1
02-ene-00	8:30	2.1	796.6	0.4	1.2	03-ene-00	8:30	0	714.8	0.4	1.1
02-ene-00	9:00	1.8	797.9	0.4	1.2	03-ene-00	9:00	0	712.8	0.4	1.1
02-ene-00	9:30	1.5	798.6	0.4	1.2	03-ene-00	9:30	0	710.9	0.4	1.1

Fuente: Reporte del programa HEC-HMS (Elaboración propia).



7.10. Anexo K: Reporte de análisis hidráulico del río Ramis con HEC-RAS

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl (m)	Dpth (m)
Ramis	Rio Ramis	66830.22	ACTUAL	771.9	3818.49	3823.12	3821.02	3823.16	0.000139	0.95	959.33	441.29	0.17		4.63
Ramis	Rio Ramis	66830.22	FUTURO	731.7	3818.49	3823.05	3820.97	3823.09	0.000137	0.93	928.07	441.18	0.17		4.56
Ramis	Rio Ramis	66830.22	FUTURO 1	729.8	3818.49	3823.04	3820.97	3823.08	0.000137	0.93	926.49	441.18	0.17		4.56
Ramis	Rio Ramis	66500	ACTUAL	771.9	3818.48	3823.08	3820.83	3823.11	0.000115	0.81	1061.15	439.86	0.15		4.6
Ramis	Rio Ramis	66500	FUTURO	731.7	3818.48	3823.01	3820.78	3823.04	0.000113	0.8	1030.26	439.79	0.15		4.53
Ramis	Rio Ramis	66500	FUTURO 1	729.8	3818.48	3823.01	3820.8	3823.04	0.000113	0.8	1028.69	439.79	0.15		4.53
Ramis	Rio Ramis	66000	ACTUAL	771.9	3818.49	3823.04	3820.51	3823.06	0.000089	0.76	1157.41	470.35	0.14		4.55
Ramis	Rio Ramis	66000	FUTURO	731.7	3818.49	3822.97	3820.46	3822.99	0.000088	0.74	1124.66	470.24	0.13		4.48
Ramis	Rio Ramis	66000	FUTURO 1	729.8	3818.49	3822.96	3820.43	3822.99	0.000088	0.74	1123.12	470.24	0.13		4.48
Ramis	Rio Ramis	65500	ACTUAL	771.9	3818.29	3823.01	3820.72	3823.03	0.000048	0.55	1737.57	800	0.1		4.72
Ramis	Rio Ramis	65500	FUTURO	731.7	3818.29	3822.95	3820.64	3822.96	0.000048	0.54	1681.61	800	0.1		4.65
Ramis	Rio Ramis	65500	FUTURO 1	729.8	3818.29	3822.94	3820.62	3822.95	0.000048	0.54	1678.75	800	0.1		4.65
Ramis	Rio Ramis	65000	ACTUAL	771.9	3816.82	3823	3820.4	3823.01	0.000035	0.42	2028.53	800	0.08		6.18
Ramis	Rio Ramis	65000	FUTURO	731.7	3816.82	3822.93	3820.34	3822.94	0.000034	0.41	1972.81	800	0.08		6.11
Ramis	Rio Ramis	65000	FUTURO 1	729.8	3816.82	3822.93	3820.34	3822.93	0.000034	0.41	1969.95	800	0.08		6.1
Ramis	Rio Ramis	64500	ACTUAL	771.9	3818.91	3822.98	3820.67	3822.99	0.000034	0.46	1985.25	800	0.08		4.07
Ramis	Rio Ramis	64500	FUTURO	731.7	3818.91	3822.91	3820.64	3822.92	0.000033	0.45	1929.77	800	0.08		4
Ramis	Rio Ramis	64500	FUTURO 1	729.8	3818.91	3822.91	3820.64	3822.92	0.000033	0.45	1926.91	800	0.08		4
Ramis	Rio Ramis	64000	ACTUAL	771.9	3818.85	3822.9	3820.54	3822.95	0.000151	1.05	781.19	267.88	0.18		4.05
Ramis	Rio Ramis	64000	FUTURO	731.7	3818.85	3822.83	3820.49	3822.88	0.000145	1.02	763.68	266.75	0.17		3.98
Ramis	Rio Ramis	64000	FUTURO 1	729.8	3818.85	3822.83	3820.49	3822.88	0.000145	1.02	762.89	266.7	0.17		3.98
Ramis	Rio Ramis	63500	ACTUAL	771.9	3818.94	3822.86	3821.61	3822.88	0.000114	0.91	1387.21	800	0.16		3.92
Ramis	Rio Ramis	63500	FUTURO	731.7	3818.94	3822.79	3821.53	3822.81	0.000115	0.91	1333.4	800	0.16		3.85
Ramis	Rio Ramis	63500	FUTURO 1	729.8	3818.94	3822.79	3821.52	3822.81	0.000115	0.91	1330.78	800	0.16		3.84
Ramis	Rio Ramis	63000	ACTUAL	771.9	3818.32	3822.78	3820.92	3822.8	0.00021	0.82	1089.45	726.94	0.19		4.45
Ramis	Rio Ramis	63000	FUTURO	731.7	3818.32	3822.71	3820.87	3822.73	0.000219	0.82	1039.04	726.83	0.19		4.38
Ramis	Rio Ramis	63000	FUTURO 1	729.8	3818.32	3822.7	3820.86	3822.73	0.000219	0.82	1036.66	726.82	0.19		4.38
Ramis	Rio Ramis	62500	ACTUAL	771.9	3818.91	3822.64	3820.84	3822.69	0.000226	1.03	862.74	530.24	0.21		3.73
Ramis	Rio Ramis	62500	FUTURO	731.7	3818.91	3822.57	3820.77	3822.62	0.000229	1.02	824.87	530.01	0.21		3.66
Ramis	Rio Ramis	62500	FUTURO 1	729.8	3818.91	3822.57	3820.79	3822.62	0.000229	1.02	823.13	530	0.21		3.66
Ramis	Rio Ramis	62000	ACTUAL	771.9	3818.58	3822.55	3820.58	3822.59	0.00018	0.88	993.24	553.95	0.18		3.97
Ramis	Rio Ramis	62000	FUTURO	731.7	3818.58	3822.48	3820.51	3822.52	0.000183	0.87	952.89	552.49	0.18		3.9
Ramis	Rio Ramis	62000	FUTURO 1	729.8	3818.58	3822.48	3820.51	3822.51	0.000183	0.87	950.92	552.42	0.18		3.9
Ramis	Rio Ramis	61500	ACTUAL	771.9	3818.78	3822.46	3820.36	3822.5	0.000169	0.96	879.69	394.23	0.18		3.67
Ramis	Rio Ramis	61500	FUTURO	731.7	3818.78	3822.38	3820.29	3822.43	0.000167	0.94	851.42	393.98	0.18		3.6
Ramis	Rio Ramis	61500	FUTURO 1	729.8	3818.78	3822.38	3820.29	3822.42	0.000167	0.94	850.13	393.96	0.18		3.6
Ramis	Rio Ramis	61000	ACTUAL	771.9	3818.39	3822.4	3820.52	3822.42	0.000126	0.75	1227.91	685.56	0.15		4
Ramis	Rio Ramis	61000	FUTURO	731.7	3818.39	3822.32	3820.47	3822.35	0.000129	0.74	1177.71	685.47	0.15		3.93
Ramis	Rio Ramis	61000	FUTURO 1	729.8	3818.39	3822.32	3820.47	3822.34	0.000129	0.74	1175.47	685.46	0.15		3.93
Ramis	Rio Ramis	60500	ACTUAL	771.9	3818.66	3822.3	3820.25	3822.35	0.000165	0.98	858.14	398.15	0.18		3.64
Ramis	Rio Ramis	60500	FUTURO	731.7	3818.66	3822.23	3820.21	3822.27	0.000162	0.96	829.48	397.72	0.18		3.57
Ramis	Rio Ramis	60500	FUTURO 1	729.8	3818.66	3822.22	3820.2	3822.27	0.000162	0.96	828.06	397.7	0.18		3.57
Ramis	Rio Ramis	60000	ACTUAL	771.9	3817.96	3822.18	3820.6	3822.24	0.000305	1.05	737.15	364.82	0.23		4.22
Ramis	Rio Ramis	60000	FUTURO	731.7	3817.96	3822.11	3820.55	3822.16	0.000309	1.03	711.12	363.9	0.23		4.15
Ramis	Rio Ramis	60000	FUTURO 1	729.8	3817.96	3822.1	3820.56	3822.16	0.000309	1.03	709.82	363.85	0.23		4.15
Ramis	Rio Ramis	59500	ACTUAL	771.9	3817.98	3822.07	3819.82	3822.13	0.000166	1.1	822.34	373.46	0.19		4.09
Ramis	Rio Ramis	59500	FUTURO	731.7	3817.98	3822	3819.78	3822.05	0.000162	1.08	796.01	372.93	0.19		4.02
Ramis	Rio Ramis	59500	FUTURO 1	729.8	3817.98	3822	3819.77	3822.05	0.000162	1.08	794.68	372.9	0.18		4.01
Ramis	Rio Ramis	59000	ACTUAL	771.9	3818.13	3822.01	3820.11	3822.04	0.000158	0.8	1040.7	538.57	0.17		3.88
Ramis	Rio Ramis	59000	FUTURO	731.7	3818.13	3821.94	3820.07	3821.97	0.00016	0.78	1002.28	537.02	0.17		3.81
Ramis	Rio Ramis	59000	FUTURO 1	729.8	3818.13	3821.94	3820.07	3821.97	0.00016	0.78	1000.36	536.95	0.17		3.81
Ramis	Rio Ramis	58500	ACTUAL	771.9	3817.72	3821.9	3820.17	3821.95	0.00022	1	832.44	438.53	0.2		4.18
Ramis	Rio Ramis	58500	FUTURO	731.7	3817.72	3821.83	3820.14	3821.88	0.000221	0.98	801.11	438.42	0.2		4.1
Ramis	Rio Ramis	58500	FUTURO 1	729.8	3817.72	3821.82	3820.14	3821.87	0.000221	0.98	799.42	438.42	0.2		4.1
Ramis	Rio Ramis	58000	ACTUAL	771.9	3817.71	3821.76	3819.55	3821.84	0.000221	1.29	671	255.7	0.22		4.05
Ramis	Rio Ramis	58000	FUTURO	731.7	3817.71	3821.69	3819.53	3821.76	0.000213	1.25	653.99	254.56	0.21		3.98
Ramis	Rio Ramis	58000	FUTURO 1	729.8	3817.71	3821.69	3819.53	3821.76	0.000213	1.25	653.08	254.5	0.21		3.98
Ramis	Rio Ramis	57500	ACTUAL	771.9	3817.29	3821.71	3819.87	3821.74	0.000134	0.81	1142.75	680.38	0.16		4.42
Ramis	Rio Ramis	57500	FUTURO	731.7	3817.29	3821.64	3819.82	3821.67	0.000136	0.8	1096.17	680.23	0.16		4.35
Ramis	Rio Ramis	57500	FUTURO 1	729.8	3817.29	3821.63	3819.8	3821.66	0.000136	0.8	1093.54	680.22	0.16		4.35
Ramis	Rio Ramis	57000	ACTUAL	771.9	3817.6	3821.62	3819.59	3821.66	0.000173	0.88	895.03	414.53	0.18		4.02
Ramis	Rio Ramis	57000	FUTURO	731.7	3817.6	3821.55	3819.54	3821.59	0.000171	0.86	867.33	412.89	0.18		3.95
Ramis	Rio Ramis	57000	FUTURO 1	729.8	3817.6	3821.55	3819.54	3821.58	0.000172	0.86	865.61	412.78	0.18		3.95
Ramis	Rio Ramis	56500	ACTUAL	771.9	3816.52	3821.43	3819.49	3821.54	0.000314	1.45	545.62	178.99	0.25		4.91
Ramis	Rio Ramis	56500	FUTURO	731.7	3816.52	3821.37	3819.45	3821.47	0.0003	1.4	535.24	178.63	0.25		4.85
Ramis	Rio Ramis	56500	FUTURO 1	729.8	3816.52	3821.37	3819.45	3821.47	0.0003	1.4	534.55	178.6	0.25		4.85
Ramis	Rio Ramis	56000	ACTUAL	771.9	3817.21	3821.38	3818.88	3821.43	0.000125	0.99	996.66	675.23	0.16		4.17
Ramis	Rio Ramis	56000	FUTURO	731.7	3817.21	3821.31	3818.84	3821.36	0.000139	1.03	820.65	519.51	0.17		4.1
Ramis	Rio Ramis	56000	FUTURO 1	729.8	3817.21	3821.3	3818.84	3821.35	0.000139	1.03	818.48	519.5	0.17		4.09
Ramis	Rio Ramis	55500	ACTUAL	771.9	3817.15	3821.31	3819.16	3821.35	0.000165	0.92	919.18	512.36	0.18		4.17
Ramis	Rio Ramis	55500	FUTURO	731.7	3817.15	3821.24	3819.13	3821.28	0.000165	0.91	882.58	512.28	0.18		4.1
Ramis	Rio Ramis	55500	FUTURO 1	729.8	3817.15	3821.24	3819.12	3821.28	0.000165	0.91	880.3	512.27	0.18		4.09
Ramis	Rio Ramis	55000	ACTUAL	771.9	3816.34	3821.12	3818.71	3821.24	0.000272	1.56	522.32	146.27	0.25		4.78
Ramis	Rio Ramis	55000	FUTURO	731.7	3816.34	3821.06	3818.65	3821.17	0.000258	1.51	513.41	145.97	0.24		4.72
Ramis	Rio Ramis	55000	FUTURO 1	729.8	3816.34	3821.06	3818.64	3821.17	0.000258	1.5	512.8	145.95	0.24		4.72

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
Ramis	Rio Ramis	54500	ACTUAL	771.9	3816.57	3821.09	3818.8	3821.12	0.000137	0.85	926.1	376.93	0.16	4.52
Ramis	Rio Ramis	54500	FUTURO	731.7	3816.57	3821.03	3818.75	3821.06	0.000133	0.82	902.9	375.99	0.16	4.46
Ramis	Rio Ramis	54500	FUTURO 1	729.8	3816.57	3821.02	3818.75	3821.06	0.000133	0.82	901.33	375.93	0.16	4.45
Ramis	Rio Ramis	54000	ACTUAL	771.9	3816.17	3820.97	3818.74	3821.04	0.000204	1.23	787.37	480.73	0.21	4.8
Ramis	Rio Ramis	54000	FUTURO	731.7	3816.17	3820.88	3818.67	3820.97	0.000248	1.33	576.97	231.85	0.23	4.71
Ramis	Rio Ramis	54000	FUTURO 1	729.8	3816.17	3820.87	3818.67	3820.96	0.000248	1.33	576.01	231.73	0.23	4.71
Ramis	Rio Ramis	53500	ACTUAL	771.9	3814.42	3820.86	3818.82	3820.93	0.000228	1.22	701.7	400.51	0.22	6.43
Ramis	Rio Ramis	53500	FUTURO	731.7	3814.42	3820.77	3818.78	3820.84	0.000228	1.2	667.56	398.74	0.22	6.35
Ramis	Rio Ramis	53500	FUTURO 1	729.8	3814.42	3820.77	3818.76	3820.84	0.000229	1.2	665.9	398.66	0.22	6.34
Ramis	Rio Ramis	53000	ACTUAL	771.9	3815.79	3820.76	3818.36	3820.83	0.000174	1.18	758.78	338.63	0.19	4.97
Ramis	Rio Ramis	53000	FUTURO	731.7	3815.79	3820.68	3818.32	3820.74	0.000172	1.15	730.14	336.6	0.19	4.89
Ramis	Rio Ramis	53000	FUTURO 1	729.8	3815.79	3820.67	3818.32	3820.74	0.000172	1.15	728.74	336.5	0.19	4.88
Ramis	Rio Ramis	52500	ACTUAL	771.9	3816.15	3820.63	3818.46	3820.72	0.000251	1.37	666.91	424.24	0.23	4.48
Ramis	Rio Ramis	52500	FUTURO	731.7	3816.15	3820.55	3818.42	3820.64	0.000249	1.35	632.08	405.65	0.23	4.4
Ramis	Rio Ramis	52500	FUTURO 1	729.8	3816.15	3820.54	3818.41	3820.63	0.000249	1.35	630.51	404.8	0.23	4.4
Ramis	Rio Ramis	52000	ACTUAL	771.9	3816.33	3820.56	3818.3	3820.61	0.000152	1.03	844.69	441.44	0.18	4.23
Ramis	Rio Ramis	52000	FUTURO	731.7	3816.33	3820.48	3818.25	3820.53	0.000152	1.01	807.93	434.28	0.18	4.15
Ramis	Rio Ramis	52000	FUTURO 1	729.8	3816.33	3820.48	3818.26	3820.52	0.000152	1.01	806.12	433.92	0.18	4.14
Ramis	Rio Ramis	51500	ACTUAL	771.9	3815.39	3820.46	3818.32	3820.53	0.000201	1.18	761.88	426.15	0.2	5.07
Ramis	Rio Ramis	51500	FUTURO	731.7	3815.39	3820.38	3818.28	3820.44	0.0002	1.16	726.63	416.79	0.2	4.99
Ramis	Rio Ramis	51500	FUTURO 1	729.8	3815.39	3820.37	3818.26	3820.44	0.0002	1.16	725.02	416.36	0.2	4.99
Ramis	Rio Ramis	51000	ACTUAL	771.9	3816.47	3820.42	3818.03	3820.45	0.000092	0.8	1143.24	556.85	0.14	3.95
Ramis	Rio Ramis	51000	FUTURO	731.7	3816.47	3820.34	3817.98	3820.37	0.000092	0.79	1096.51	556.42	0.14	3.87
Ramis	Rio Ramis	51000	FUTURO 1	729.8	3816.47	3820.33	3817.99	3820.36	0.000092	0.79	1094.19	556.4	0.14	3.86
Ramis	Rio Ramis	50500	ACTUAL	771.9	3815.95	3820.32	3818.15	3820.38	0.000188	1.22	869.89	475.51	0.2	4.37
Ramis	Rio Ramis	50500	FUTURO	731.7	3815.95	3820.24	3818.09	3820.3	0.000191	1.21	829.42	475.21	0.2	4.29
Ramis	Rio Ramis	50500	FUTURO 1	729.8	3815.95	3820.23	3818.08	3820.29	0.000191	1.21	827.44	475.2	0.2	4.28
Ramis	Rio Ramis	50000	ACTUAL	771.9	3814.11	3820.16	3818.09	3820.27	0.000302	1.6	686.49	466.38	0.26	6.05
Ramis	Rio Ramis	50000	FUTURO	731.7	3814.11	3820.07	3818.02	3820.18	0.00031	1.6	644.17	466.15	0.26	5.96
Ramis	Rio Ramis	50000	FUTURO 1	729.8	3814.11	3820.07	3818.02	3820.18	0.00031	1.6	642.22	466.14	0.26	5.96
Ramis	Rio Ramis	49500	ACTUAL	771.9	3816.03	3820.1	3817.91	3820.15	0.000139	0.97	934.04	465.06	0.17	4.08
Ramis	Rio Ramis	49500	FUTURO	731.7	3816.03	3820.02	3817.86	3820.06	0.000141	0.95	892.24	464.94	0.17	3.99
Ramis	Rio Ramis	49500	FUTURO 1	729.8	3816.03	3820.01	3817.87	3820.05	0.000141	0.95	890.3	464.93	0.17	3.98
Ramis	Rio Ramis	49000	ACTUAL	771.9	3815.89	3820	3817.72	3820.07	0.000197	1.17	799.23	475.52	0.2	4.12
Ramis	Rio Ramis	49000	FUTURO	731.7	3815.89	3819.91	3817.66	3819.97	0.000201	1.16	755.55	474.23	0.2	4.03
Ramis	Rio Ramis	49000	FUTURO 1	729.8	3815.89	3819.91	3817.64	3819.97	0.000201	1.16	753.44	474.16	0.2	4.02
Ramis	Rio Ramis	48500	ACTUAL	771.9	3815.14	3819.87	3817.95	3819.95	0.000262	1.27	641.27	289.85	0.23	4.74
Ramis	Rio Ramis	48500	FUTURO	731.7	3815.14	3819.78	3817.92	3819.86	0.000262	1.25	614.99	288.15	0.23	4.65
Ramis	Rio Ramis	48500	FUTURO 1	729.8	3815.14	3819.78	3817.92	3819.86	0.000262	1.25	613.71	287.66	0.23	4.64
Ramis	Rio Ramis	48000	ACTUAL	771.9	3816.07	3819.81	3817.55	3819.85	0.000133	0.93	885.3	392.83	0.17	3.74
Ramis	Rio Ramis	48000	FUTURO	731.7	3816.07	3819.72	3817.5	3819.76	0.000133	0.91	849.59	386.11	0.16	3.65
Ramis	Rio Ramis	48000	FUTURO 1	729.8	3816.07	3819.71	3817.5	3819.75	0.000133	0.91	847.87	385.78	0.16	3.65
Ramis	Rio Ramis	47500	ACTUAL	771.9	3815.28	3819.64	3817.52	3819.75	0.000296	1.49	584.78	298.39	0.25	4.36
Ramis	Rio Ramis	47500	FUTURO	731.7	3815.28	3819.55	3817.47	3819.66	0.000294	1.46	558.56	290.66	0.25	4.27
Ramis	Rio Ramis	47500	FUTURO 1	729.8	3815.28	3819.55	3817.46	3819.65	0.000294	1.46	557.27	290.27	0.25	4.26
Ramis	Rio Ramis	47000	ACTUAL	771.9	3815.08	3819.59	3817.53	3819.63	0.000145	0.9	882.53	338.28	0.17	4.5
Ramis	Rio Ramis	47000	FUTURO	731.7	3815.08	3819.5	3817.35	3819.54	0.000146	0.88	851.93	338	0.17	4.41
Ramis	Rio Ramis	47000	FUTURO 1	729.8	3815.08	3819.49	3817.35	3819.53	0.000146	0.88	850.53	337.98	0.17	4.41
Ramis	Rio Ramis	46500	ACTUAL	771.9	3815.08	3819.49	3817.25	3819.54	0.0002	1.09	808.63	460.25	0.2	4.41
Ramis	Rio Ramis	46500	FUTURO	731.7	3815.08	3819.39	3817.17	3819.45	0.000204	1.08	765.62	460.17	0.2	4.31
Ramis	Rio Ramis	46500	FUTURO 1	729.8	3815.08	3819.39	3817.17	3819.45	0.000205	1.08	763.7	460.17	0.2	4.31
Ramis	Rio Ramis	46000	ACTUAL	771.9	3815.24	3819.37	3817.25	3819.44	0.000205	1.17	672.41	217.33	0.21	4.14
Ramis	Rio Ramis	46000	FUTURO	731.7	3815.24	3819.28	3817.21	3819.35	0.000203	1.15	652.7	216.98	0.2	4.05
Ramis	Rio Ramis	46000	FUTURO 1	729.8	3815.24	3819.28	3817.2	3819.34	0.000202	1.14	651.79	216.97	0.2	4.04
Ramis	Rio Ramis	45500	ACTUAL	771.9	3815.37	3819.29	3816.97	3819.35	0.000164	1.09	742.64	253.53	0.19	3.92
Ramis	Rio Ramis	45500	FUTURO	731.7	3815.37	3819.2	3816.94	3819.25	0.000161	1.06	719.79	253.14	0.18	3.83
Ramis	Rio Ramis	45500	FUTURO 1	729.8	3815.37	3819.19	3816.91	3819.25	0.000161	1.06	718.81	253.13	0.18	3.82
Ramis	Rio Ramis	45000	ACTUAL	771.9	3815.09	3819.24	3817.08	3819.27	0.000132	0.78	1025.37	452.6	0.16	4.14
Ramis	Rio Ramis	45000	FUTURO	731.7	3815.09	3819.14	3817.03	3819.17	0.000136	0.77	983.63	452.22	0.16	4.05
Ramis	Rio Ramis	45000	FUTURO 1	729.8	3815.09	3819.14	3817.02	3819.17	0.000136	0.77	981.74	452.2	0.16	4.05
Ramis	Rio Ramis	44500	ACTUAL	771.9	3815.13	3819.15	3816.81	3819.19	0.000165	0.89	878.59	351.59	0.18	4.02
Ramis	Rio Ramis	44500	FUTURO	731.7	3815.13	3819.06	3816.8	3819.1	0.000168	0.87	845.85	351.22	0.18	3.93
Ramis	Rio Ramis	44500	FUTURO 1	729.8	3815.13	3819.05	3816.79	3819.09	0.000169	0.87	844.39	351.2	0.18	3.92
Ramis	Rio Ramis	44000	ACTUAL	771.9	3814.62	3818.85	3817.2	3819.04	0.000605	2.05	423.81	157.55	0.35	4.23
Ramis	Rio Ramis	44000	FUTURO	731.7	3814.62	3818.76	3817.16	3818.94	0.000601	2	409.94	157.2	0.35	4.14
Ramis	Rio Ramis	44000	FUTURO 1	729.8	3814.62	3818.75	3817.16	3818.94	0.000601	2	409.33	157.18	0.35	4.14
Ramis	Rio Ramis	43500	ACTUAL	771.9	3815.28	3818.75	3816.79	3818.82	0.000242	1.23	654.97	256.62	0.22	3.46
Ramis	Rio Ramis	43500	FUTURO	731.7	3815.28	3818.66	3816.75	3818.73	0.000242	1.21	631.78	256.01	0.22	3.37
Ramis	Rio Ramis	43500	FUTURO 1	729.8	3815.28	3818.65	3816.74	3818.73	0.000242	1.21	630.71	255.99	0.22	3.37
Ramis	Rio Ramis	43000	ACTUAL	771.9	3814.72	3818.62	3816.74	3818.7	0.000261	1.28	644.73	243.65	0.23	3.9
Ramis	Rio Ramis	43000	FUTURO	731.7	3814.72	3818.53	3816.7	3818.6	0.000261	1.25	622.7	243.2	0.23	3.81
Ramis	Rio Ramis	43000	FUTURO 1	729.8	3814.72	3818.52	3816.7	3818.6	0.000261	1.25	621.69	243.18	0.23	3.8
Ramis	Rio Ramis	42500	ACTUAL	771.9	3814.28	3818.56	3816.38	3818.6	0.000126	0.8	979.85	377.39	0.16	4.29
Ramis	Rio Ramis	42500	FUTURO	731.7	3814.28	3818.47	3816.34	3818.5	0.000127	0.78	944.94	376.96	0.16	4.19
Ramis	Rio Ramis	42500	FUTURO 1	729.8	3814.28	3818.47	3816.34	3818.5	0.000127	0.78	943.37	376.94	0.16	4.19

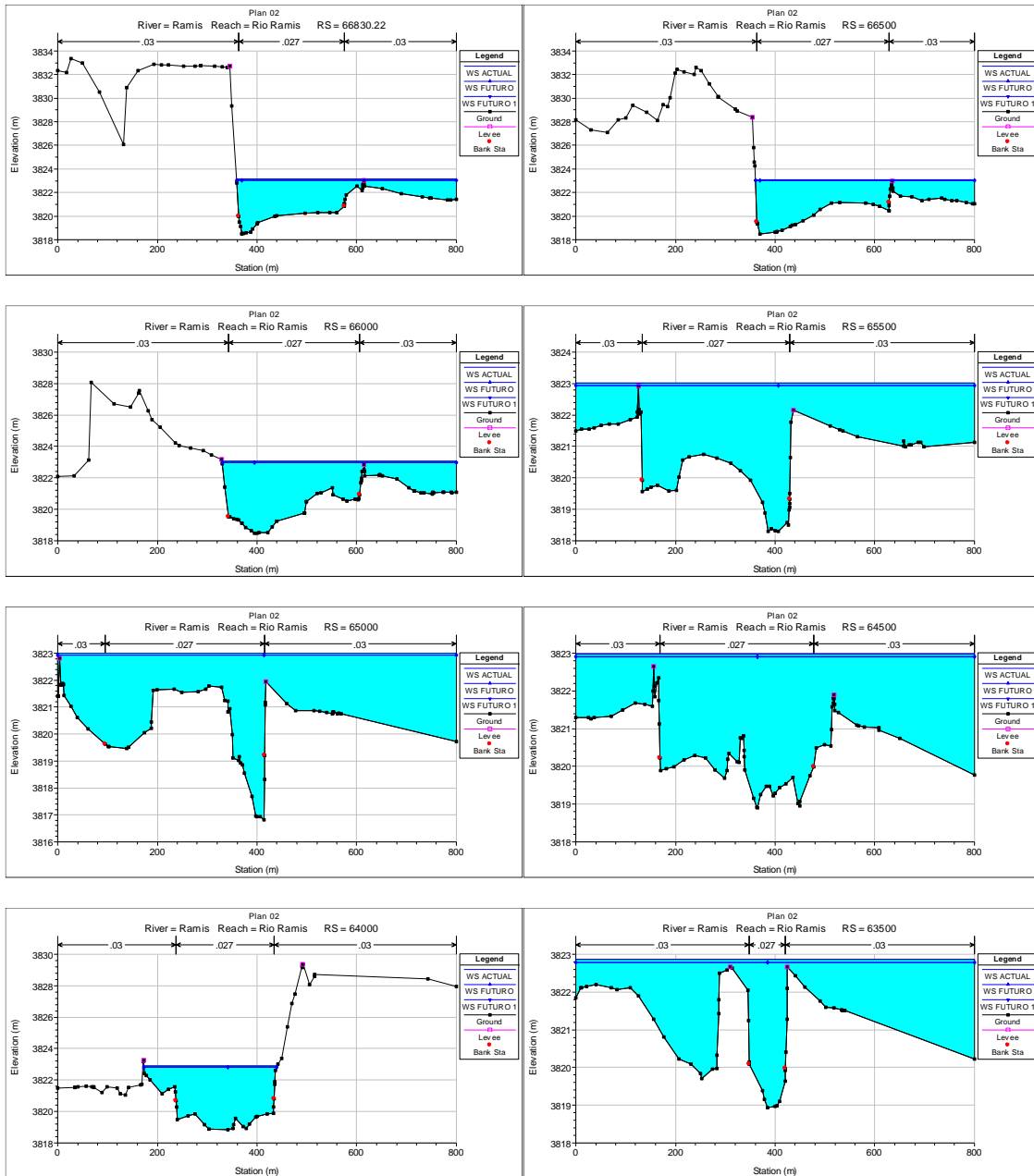
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl Max (m)	Dpth (m)
Ramis	Rio Ramis	42000	ACTUAL	771.9	3811.16	3818.43	3815.37	3818.51	0.000242	1.22	654.4	242.11	0.22		7.27
Ramis	Rio Ramis	42000	FUTURO	731.7	3811.16	3818.34	3815.25	3818.41	0.000241	1.2	632.43	241.85	0.22		7.18
Ramis	Rio Ramis	42000	FUTURO 1	729.8	3811.16	3818.34	3815.25	3818.41	0.000241	1.2	631.35	241.84	0.22		7.18
Ramis	Rio Ramis	41500	ACTUAL	771.9	3813.94	3818.36	3815.94	3818.41	0.000139	1.01	779.61	239.5	0.17		4.42
Ramis	Rio Ramis	41500	FUTURO	731.7	3813.94	3818.27	3815.9	3818.32	0.000137	0.99	757.95	239.23	0.17		4.33
Ramis	Rio Ramis	41500	FUTURO 1	729.8	3813.94	3818.26	3815.89	3818.31	0.000137	0.99	756.88	239.22	0.17		4.32
Ramis	Rio Ramis	41000	ACTUAL	771.9	3814.02	3818.28	3815.99	3818.33	0.000165	1.09	768.62	297.18	0.19		4.25
Ramis	Rio Ramis	41000	FUTURO	731.7	3814.02	3818.19	3815.94	3818.24	0.000164	1.07	742.01	296.77	0.19		4.17
Ramis	Rio Ramis	41000	FUTURO 1	729.8	3814.02	3818.18	3815.94	3818.24	0.000164	1.07	740.69	296.75	0.19		4.16
Ramis	Rio Ramis	40500	ACTUAL	771.9	3813.86	3818.18	3816.31	3818.24	0.000222	1.14	768.7	440.26	0.21		4.32
Ramis	Rio Ramis	40500	FUTURO	731.7	3813.86	3818.08	3815.25	3818.15	0.000227	1.13	728.51	436.5	0.21		4.22
Ramis	Rio Ramis	40500	FUTURO 1	729.8	3813.86	3818.08	3816.25	3818.14	0.000228	1.13	726.3	436.29	0.21		4.22
Ramis	Rio Ramis	40000	ACTUAL	771.9	3814.13	3818.1	3815.83	3818.13	0.000173	0.81	1036.59	586.51	0.18		3.97
Ramis	Rio Ramis	40000	FUTURO	731.7	3814.13	3818	3815.78	3818.03	0.000184	0.81	980.07	585.59	0.18		3.87
Ramis	Rio Ramis	40000	FUTURO 1	729.8	3814.13	3818	3815.78	3818.03	0.000185	0.81	976.94	585.54	0.18		3.86
Ramis	Rio Ramis	39500	ACTUAL	771.9	3813.9	3818.01	3815.71	3818.05	0.000151	0.85	930.12	391.23	0.17		4.12
Ramis	Rio Ramis	39500	FUTURO	731.7	3813.9	3817.92	3815.67	3817.95	0.000155	0.84	891.37	390.6	0.17		4.02
Ramis	Rio Ramis	39500	FUTURO 1	729.8	3813.9	3817.91	3815.67	3817.94	0.000156	0.84	889.16	390.56	0.17		4.01
Ramis	Rio Ramis	39000	ACTUAL	771.9	3813.69	3817.87	3815.54	3817.95	0.000221	1.34	638.76	254.29	0.22		4.18
Ramis	Rio Ramis	39000	FUTURO	731.7	3813.69	3817.77	3815.47	3817.85	0.00022	1.31	613.8	253.85	0.22		4.08
Ramis	Rio Ramis	39000	FUTURO 1	729.8	3813.69	3817.76	3815.48	3817.85	0.00022	1.31	612.36	253.83	0.22		4.08
Ramis	Rio Ramis	38500	ACTUAL	771.9	3812.85	3817.78	3815.76	3817.84	0.000199	1.05	754.79	306.73	0.2		4.93
Ramis	Rio Ramis	38500	FUTURO	731.7	3812.85	3817.68	3815.72	3817.74	0.000202	1.03	724.04	306.37	0.2		4.83
Ramis	Rio Ramis	38500	FUTURO 1	729.8	3812.85	3817.68	3815.71	3817.73	0.000203	1.03	722.4	306.35	0.2		4.83
Ramis	Rio Ramis	38000	ACTUAL	771.9	3811.36	3817.65	3815.06	3817.74	0.000199	1.36	646.5	235.86	0.21		6.29
Ramis	Rio Ramis	38000	FUTURO	731.7	3811.36	3817.56	3815	3817.64	0.000197	1.33	623.29	233.82	0.21		6.2
Ramis	Rio Ramis	38000	FUTURO 1	729.8	3811.36	3817.55	3815	3817.63	0.000197	1.33	621.97	233.7	0.21		6.19
Ramis	Rio Ramis	37500	ACTUAL	771.9	3813.28	3817.54	3815.28	3817.63	0.000239	1.35	579.71	173.34	0.23		4.26
Ramis	Rio Ramis	37500	FUTURO	731.7	3813.28	3817.44	3815.23	3817.53	0.000235	1.32	563.12	172.8	0.22		4.16
Ramis	Rio Ramis	37500	FUTURO 1	729.8	3813.28	3817.44	3815.23	3817.52	0.000235	1.32	562.2	172.77	0.22		4.15
Ramis	Rio Ramis	37000	ACTUAL	771.9	3812.21	3817.42	3815.39	3817.51	0.000247	1.27	619.42	215.15	0.23		5.22
Ramis	Rio Ramis	37000	FUTURO	731.7	3812.21	3817.33	3815.35	3817.41	0.000245	1.24	599.16	210.23	0.22		5.12
Ramis	Rio Ramis	37000	FUTURO 1	729.8	3812.21	3817.32	3815.34	3817.4	0.000245	1.24	598.1	209.97	0.22		5.12
Ramis	Rio Ramis	36500	ACTUAL	771.9	3813	3817.27	3815.26	3817.37	0.000291	1.4	560.21	181.8	0.25		4.27
Ramis	Rio Ramis	36500	FUTURO	731.7	3813	3817.18	3815.23	3817.27	0.000288	1.37	543.31	181.06	0.24		4.18
Ramis	Rio Ramis	36500	FUTURO 1	729.8	3813	3817.17	3815.23	3817.27	0.000288	1.37	542.39	181.03	0.24		4.18
Ramis	Rio Ramis	36000	ACTUAL	771.9	3812.44	3817.18	3815.09	3817.24	0.00019	1.11	719.23	255.34	0.2		4.74
Ramis	Rio Ramis	36000	FUTURO	731.7	3812.44	3817.09	3815.05	3817.15	0.000189	1.08	695.38	253.51	0.2		4.64
Ramis	Rio Ramis	36000	FUTURO 1	729.8	3812.44	3817.08	3815.05	3817.14	0.000189	1.08	694.02	253.44	0.2		4.64
Ramis	Rio Ramis	35500	ACTUAL	771.9	3813.11	3817.1	3814.93	3817.15	0.000167	1.06	811.59	354.99	0.19		3.99
Ramis	Rio Ramis	35500	FUTURO	731.7	3813.11	3817	3814.89	3817.06	0.000168	1.05	778	354.71	0.19		3.89
Ramis	Rio Ramis	35500	FUTURO 1	729.8	3813.11	3817	3814.89	3817.05	0.000168	1.05	776.1	354.69	0.19		3.89
Ramis	Rio Ramis	35000	ACTUAL	771.9	3812.2	3816.95	3814.85	3817.04	0.000272	1.42	599.32	227.56	0.24		4.74
Ramis	Rio Ramis	35000	FUTURO	731.7	3812.2	3816.86	3814.8	3816.95	0.000267	1.39	578.74	226.8	0.24		4.65
Ramis	Rio Ramis	35000	FUTURO 1	729.8	3812.2	3816.85	3814.79	3816.94	0.000267	1.39	577.53	226.69	0.24		4.65
Ramis	Rio Ramis	34500	ACTUAL	771.9	3812.75	3816.82	3814.69	3816.91	0.00026	1.36	603.11	246.41	0.23		4.07
Ramis	Rio Ramis	34500	FUTURO	731.7	3812.75	3816.73	3814.65	3816.82	0.000257	1.33	581.07	245.58	0.23		3.98
Ramis	Rio Ramis	34500	FUTURO 1	729.8	3812.75	3816.72	3814.65	3816.81	0.000257	1.33	579.83	245.53	0.23		3.97
Ramis	Rio Ramis	34000	ACTUAL	771.9	3812.24	3816.69	3814.84	3816.77	0.000276	1.28	608.65	210.16	0.24		4.45
Ramis	Rio Ramis	34000	FUTURO	731.7	3812.24	3816.6	3814.79	3816.68	0.000274	1.25	590.11	209.22	0.23		4.36
Ramis	Rio Ramis	34000	FUTURO 1	729.8	3812.24	3816.6	3814.8	3816.68	0.000274	1.25	589.06	209.17	0.23		4.36
Ramis	Rio Ramis	33500	ACTUAL	771.9	3811.31	3816.6	3813.49	3816.67	0.000148	1.28	685.7	207.57	0.19		5.29
Ramis	Rio Ramis	33500	FUTURO	731.7	3811.31	3816.51	3813.42	3816.58	0.000143	1.25	667.79	207.38	0.18		5.2
Ramis	Rio Ramis	33500	FUTURO 1	729.8	3811.31	3816.5	3813.43	3816.58	0.000143	1.24	666.8	207.37	0.18		5.2
Ramis	Rio Ramis	33000	ACTUAL	771.9	3811.9	3816.57	3813.57	3816.61	0.000076	0.83	991.91	353.74	0.13		4.67
Ramis	Rio Ramis	33000	FUTURO	731.7	3811.9	3816.49	3813.54	3816.52	0.000074	0.8	961.39	353.4	0.13		4.59
Ramis	Rio Ramis	33000	FUTURO 1	729.8	3811.9	3816.48	3813.54	3816.52	0.000074	0.8	959.71	353.38	0.13		4.58
Ramis	Rio Ramis	32500	ACTUAL	771.9	3811.99	3816.49	3814.25	3816.55	0.000181	1.14	718.7	274.43	0.2		4.49
Ramis	Rio Ramis	32500	FUTURO	731.7	3811.99	3816.4	3814.2	3816.46	0.000178	1.11	696.03	265.66	0.19		4.41
Ramis	Rio Ramis	32500	FUTURO 1	729.8	3811.99	3816.4	3814.2	3816.46	0.000178	1.11	694.93	265.22	0.19		4.41
Ramis	Rio Ramis	32000	ACTUAL	771.9	3812.31	3816.43	3814.17	3816.47	0.000123	0.91	984.58	459.38	0.16		4.12
Ramis	Rio Ramis	32000	FUTURO	731.7	3812.31	3816.34	3814.13	3816.38	0.000123	0.9	945.78	458.69	0.16		4.03
Ramis	Rio Ramis	32000	FUTURO 1	729.8	3812.31	3816.34	3814.13	3816.38	0.000123	0.9	943.73	458.65	0.16		4.03
Ramis	Rio Ramis	31500	ACTUAL	771.9	3811.78	3816.27	3814.27	3816.37	0.000291	1.44	584.17	222.2	0.25		4.49
Ramis	Rio Ramis	31500	FUTURO	731.7	3811.78	3816.19	3814.22	3816.29	0.000286	1.41	566.35	221.35	0.24		4.41
Ramis	Rio Ramis	31500	FUTURO 1	729.8	3811.78	3816.19	3814.22	3816.28	0.000286	1.41	565.42	221.31	0.24		4.4
Ramis	Rio Ramis	31000	ACTUAL	771.9	3812.56	3816.2	3813.86	3816.25	0.000155	1.07	776.66	287.12	0.18		3.64
Ramis	Rio Ramis	31000	FUTURO	731.7	3812.56	3816.12	3813.8	3816.17	0.000152	1.04	753.89	286.04	0.18		3.56
Ramis	Rio Ramis	31000	FUTURO 1	729.8	3812.56	3816.11	3813.81	3816.17	0.000152	1.04	752.7	285.98	0.18		3.55
Ramis	Rio Ramis	30500	ACTUAL	771.9	3810.63	3816.07	3814.02	3816.15	0.000249	1.38	633.78	239.83	0.23		5.44
Ramis	Rio Ramis	30500	FUTURO	731.7	3810.63	3815.99	3813.96	3816.08	0.000242	1.34	616	234.78	0.23		5.36
Ramis	Rio Ramis	30500	FUTURO 1	729.8	3810.63	3815.99	3813.96	3816.07	0.000242	1.34	615.03	234.41	0.23		5.36
Ramis	Rio Ramis	30000	ACTUAL	771.9	3811.58	3815.96	3813.68	3816.04	0.000218	1.3	639.35	225.48	0.22		4.38
Ramis	Rio Ramis	30000	FUTURO	731.7	3811.58	3815.88	3813.6	3815.96	0.000211	1.26	623.32	225.09	0.21		4.31
Ramis	Rio Ramis	30000	FUTURO 1	729.8	3811.58	3815.88	3813.62	3815.96	0.000211	1.26	622.38	225.07	0.21		4.3

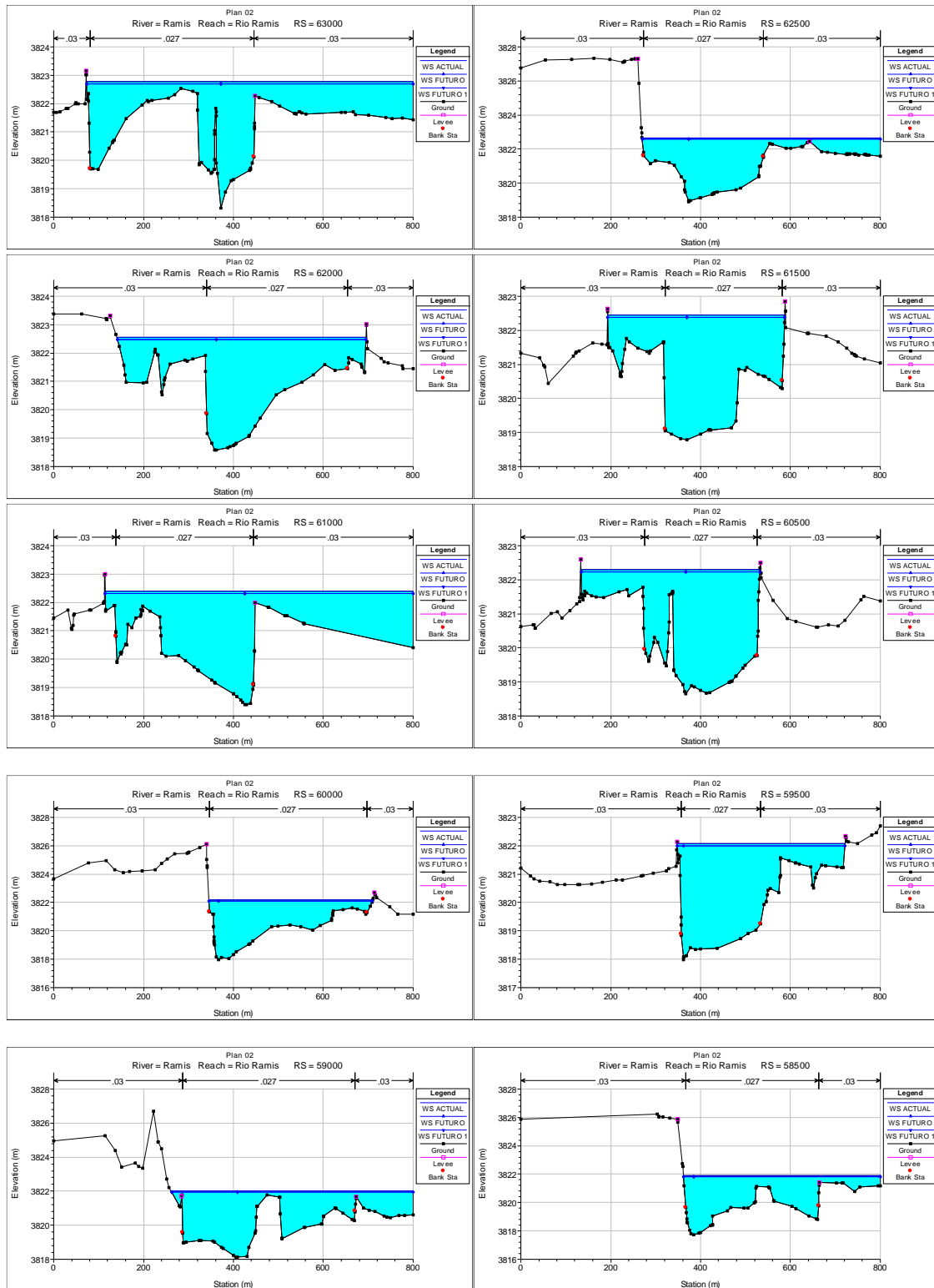
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl Dpth (m)
Ramis	Rio Ramis	29500	ACTUAL	771.9	3812.02	3815.83	3813.73	3815.92	0.000256	1.35	617.54	275.17	0.23	3.81
Ramis	Rio Ramis	29500	FUTURO	731.7	3812.02	3815.76	3813.68	3815.85	0.000248	1.31	598.88	274.81	0.23	3.74
Ramis	Rio Ramis	29500	FUTURO 1	729.8	3812.02	3815.76	3813.67	3815.84	0.000248	1.31	597.9	274.8	0.23	3.74
Ramis	Rio Ramis	29000	ACTUAL	771.9	3811.04	3815.74	3813.31	3815.81	0.000167	1.14	736.32	305.17	0.19	4.7
Ramis	Rio Ramis	29000	FUTURO	731.7	3811.04	3815.68	3813.27	3815.74	0.000161	1.11	716.43	304.84	0.19	4.64
Ramis	Rio Ramis	29000	FUTURO 1	729.8	3811.04	3815.68	3813.27	3815.74	0.000161	1.11	715.44	304.83	0.19	4.63
Ramis	Rio Ramis	28500	ACTUAL	771.9	3810.13	3815.59	3813.2	3815.7	0.000262	1.52	592.04	251.45	0.24	5.47
Ramis	Rio Ramis	28500	FUTURO	731.7	3810.13	3815.54	3813.14	3815.64	0.000249	1.47	577.75	248.61	0.23	5.41
Ramis	Rio Ramis	28500	FUTURO 1	729.8	3810.13	3815.53	3813.14	3815.63	0.000248	1.47	576.94	248.45	0.23	5.41
Ramis	Rio Ramis	28000	ACTUAL	771.9	3811.09	3815.49	3813.11	3815.58	0.000212	1.3	626.34	241.07	0.21	4.4
Ramis	Rio Ramis	28000	FUTURO	731.7	3811.09	3815.44	3813.07	3815.52	0.000201	1.26	613.95	240.14	0.21	4.35
Ramis	Rio Ramis	28000	FUTURO 1	729.8	3811.09	3815.44	3813.05	3815.52	0.0002	1.25	613.23	240.08	0.21	4.35
Ramis	Rio Ramis	27500	ACTUAL	771.9	3810.24	3815.28	3813.06	3815.43	0.000358	1.83	503.79	204.22	0.28	5.04
Ramis	Rio Ramis	27500	FUTURO	731.7	3810.24	3815.24	3812.99	3815.39	0.000334	1.76	496.2	203.98	0.27	5.01
Ramis	Rio Ramis	27500	FUTURO 1	729.8	3810.24	3815.24	3812.97	3815.38	0.000333	1.76	495.71	203.96	0.27	5
Ramis	Rio Ramis	27000	ACTUAL	771.9	3810.13	3815.22	3813.09	3815.27	0.000206	1.04	778.17	331.33	0.2	5.09
Ramis	Rio Ramis	27000	FUTURO	731.7	3810.13	3815.19	3812.97	3815.23	0.00019	1	767.27	328.42	0.19	5.06
Ramis	Rio Ramis	27000	FUTURO 1	729.8	3810.13	3815.18	3812.96	3815.23	0.00019	1	766.49	328.22	0.19	5.05
Ramis	Rio Ramis	26500	ACTUAL	771.9	3810.59	3815.12	3812.77	3815.18	0.00016	1.1	766.34	268.64	0.18	4.53
Ramis	Rio Ramis	26500	FUTURO	731.7	3810.59	3815.1	3812.71	3815.15	0.000148	1.05	759.46	268.58	0.18	4.51
Ramis	Rio Ramis	26500	FUTURO 1	729.8	3810.59	3815.1	3812.72	3815.15	0.000147	1.05	758.98	268.57	0.18	4.5
Ramis	Rio Ramis	26000	ACTUAL	771.9	3808.31	3814.91	3812.8	3815.06	0.000355	1.88	572.29	297.07	0.28	6.61
Ramis	Rio Ramis	26000	FUTURO	731.7	3808.31	3814.91	3812.76	3815.04	0.000322	1.78	570.44	296.92	0.27	6.6
Ramis	Rio Ramis	26000	FUTURO 1	729.8	3808.31	3814.91	3812.76	3815.04	0.000321	1.78	570	296.88	0.27	6.6
Ramis	Rio Ramis	25500	ACTUAL	771.9	3809.24	3814.9	3812.21	3814.94	0.000111	1.13	1091.28	515.12	0.16	5.66
Ramis	Rio Ramis	25500	FUTURO	731.7	3809.24	3814.9	3812.12	3814.93	0.0001	1.08	1088.52	514.93	0.15	5.66
Ramis	Rio Ramis	25500	FUTURO 1	729.8	3809.24	3814.9	3812.12	3814.93	0.0001	1.08	1087.91	514.88	0.15	5.65
Ramis	Rio Ramis	25000	ACTUAL	771.9	3809.92	3814.86	3812.89	3814.89	0.000094	0.8	1207.85	494.5	0.14	4.94
Ramis	Rio Ramis	25000	FUTURO	731.7	3809.92	3814.86	3812.84	3814.88	0.000085	0.76	1207.27	494.5	0.13	4.94
Ramis	Rio Ramis	25000	FUTURO 1	729.8	3809.92	3814.86	3812.84	3814.88	0.000085	0.76	1206.68	494.5	0.13	4.94
Ramis	Rio Ramis	24500	ACTUAL	771.9	3809.78	3814.85	3811.76	3814.86	0.000031	0.56	1927.16	800	0.08	5.07
Ramis	Rio Ramis	24500	FUTURO	731.7	3809.78	3814.85	3811.71	3814.86	0.000028	0.53	1927.4	800	0.08	5.07
Ramis	Rio Ramis	24500	FUTURO 1	729.8	3809.78	3814.85	3811.71	3814.86	0.000028	0.53	1926.45	800	0.08	5.06
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	24000	ACTUAL	730	3808.69	3814.83	3810.45	3814.84	0.000033	0.57	1766.87	567.59	0.07	6.14
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	24000	FUTURO	730	3808.69	3814.83	3810.45	3814.84	0.000033	0.57	1766.87	567.59	0.07	6.14
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	24000	FUTURO 1	729.7	3808.69	3814.83	3810.44	3814.84	0.000033	0.57	1766.19	567.58	0.07	6.14
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	23500	ACTUAL	730	3808.53	3814.82	3810.35	3814.83	0.000025	0.48	1896.62	516.38	0.06	6.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	23500	FUTURO	730	3808.53	3814.82	3810.35	3814.83	0.000025	0.48	1896.62	516.38	0.06	6.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	23500	FUTURO 1	729.7	3808.53	3814.82	3810.34	3814.83	0.000025	0.48	1896	516.38	0.06	6.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	23000	ACTUAL	730	3808.3	3814.75	3810.65	3814.8	0.000109	1	838.4	232.96	0.13	6.46
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	23000	FUTURO	730	3808.3	3814.75	3810.65	3814.8	0.000109	1	838.4	232.96	0.13	6.46
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	23000	FUTURO 1	729.7	3808.3	3814.75	3810.66	3814.8	0.000109	1	838.12	232.94	0.13	6.46
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	22500	ACTUAL	730	3808.97	3814.75	3810.79	3814.76	0.000032	0.53	1815.18	552.01	0.07	5.78
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	22500	FUTURO	730	3808.97	3814.75	3810.79	3814.76	0.000032	0.53	1815.18	552.01	0.07	5.78
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	22500	FUTURO 1	729.7	3808.97	3814.75	3810.79	3814.76	0.000032	0.53	1814.52	552	0.07	5.78
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	22000	ACTUAL	730	3809.25	3814.74	3810.87	3814.75	0.000028	0.47	1922.71	577.73	0.07	5.49
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	22000	FUTURO	730	3809.25	3814.74	3810.87	3814.75	0.000028	0.47	1922.71	577.73	0.07	5.49
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	22000	FUTURO 1	729.7	3809.25	3814.74	3810.88	3814.75	0.000028	0.47	1922.02	577.73	0.07	5.49
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	21500	ACTUAL	730	3808.41	3814.73	3810.54	3814.73	0.000025	0.39	2151.18	662.8	0.06	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	21500	FUTURO	730	3808.41	3814.73	3810.54	3814.73	0.000025	0.39	2151.18	662.8	0.06	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	21500	FUTURO 1	729.7	3808.41	3814.73	3810.53	3814.73	0.000025	0.39	2150.39	662.8	0.06	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	21000	ACTUAL	730	3807.09	3814.71	3810.34	3814.72	0.000027	0.49	1835.87	512.7	0.07	7.62
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	21000	FUTURO	730	3807.09	3814.71	3810.34	3814.72	0.000027	0.49	1835.87	512.7	0.07	7.62
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	21000	FUTURO 1	729.7	3807.09	3814.71	3810.36	3814.72	0.000027	0.49	1835.26	512.7	0.07	7.62
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	20500	ACTUAL	730	3807.86	3814.68	3810.68	3814.7	0.000053	0.72	1442.91	477.48	0.09	6.82
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	20500	FUTURO	730	3807.86	3814.68	3810.68	3814.7	0.000053	0.72	1442.91	477.48	0.09	6.82
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	20500	FUTURO 1	729.7	3807.86	3814.68	3810.67	3814.7	0.000053	0.72	1442.34	477.47	0.09	6.82
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	20000	ACTUAL	730	3807.56	3814.68	3810.62	3814.68	0.000021	0.46	2381.39	800	0.06	7.12
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	20000	FUTURO	730	3807.56	3814.68	3810.62	3814.68	0.000021	0.46	2381.39	800	0.06	7.12
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	20000	FUTURO 1	729.7	3807.56	3814.67	3810.63	3814.68	0.000021	0.46	2380.44	800	0.06	7.12
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	19500	ACTUAL	730	3808.88	3814.65	3811.32	3814.66	0.000057	0.68	1482.95	528.41	0.1	5.77
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	19500	FUTURO	730	3808.88	3814.65	3811.32	3814.66	0.000057	0.68	1482.95	528.41	0.1	5.77
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	19500	FUTURO 1	729.7	3808.88	3814.65	3811.32	3814.66	0.000057	0.68	1482.32	528.4	0.1	5.77
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	19000	ACTUAL	730	3810.03	3814.62	3811.74	3814.63	0.000057	0.6	1469.46	482.02	0.09	4.59
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	19000	FUTURO	730	3810.03	3814.62	3811.74	3814.63	0.000057	0.6	1469.46	482.02	0.09	4.59
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	19000	FUTURO 1	729.7	3810.03	3814.62	3811.74	3814.63	0.000057	0.6	1468.89	482.02	0.09	4.59
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	18500	ACTUAL	730	3809.64	3814.53	3811.63	3814.58	0.000175	1.06	765.57	243.22	0.16	4.89
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	18500	FUTURO	730	3809.64	3814.53	3811.63	3814.58	0.000175	1.06	765.57	243.22	0.16	4.89
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	18500	FUTURO 1	729.7	3809.64	3814.53	3811.63	3814.58	0.000175	1.06	765.28	243.21	0.16	4.89
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	18000	ACTUAL	730	3807.39	3814.5	3811.24	3814.52	0.000066	0.75	1354.68	468.05	0.1	7.11
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	18000	FUTURO	730	3807.39	3814.5	3811.24	3814.52	0.000066	0.75	1354.68	468.05	0.1	7.11
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	18000	FUTURO 1	729.7	3807.39	3814.5	3811.24	3814.52	0.000066	0.75	1354.13	468.05	0.1	7.11
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	17500	ACTUAL	730	3808.07	3814.4	3811.76	3814.46	0.000229	1.19	692.11	221.65	0.18	6.33
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	17500	FUTURO	730	3808.07	3814.4	3811.76	3814.46	0.000229	1.19	692.11	221.65	0.18	6.33
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	17500	FUTURO 1	729.7	3808.07	3814.4	3811.76	3814.46	0.000229	1.19	691.91	221.64	0.18	6.33

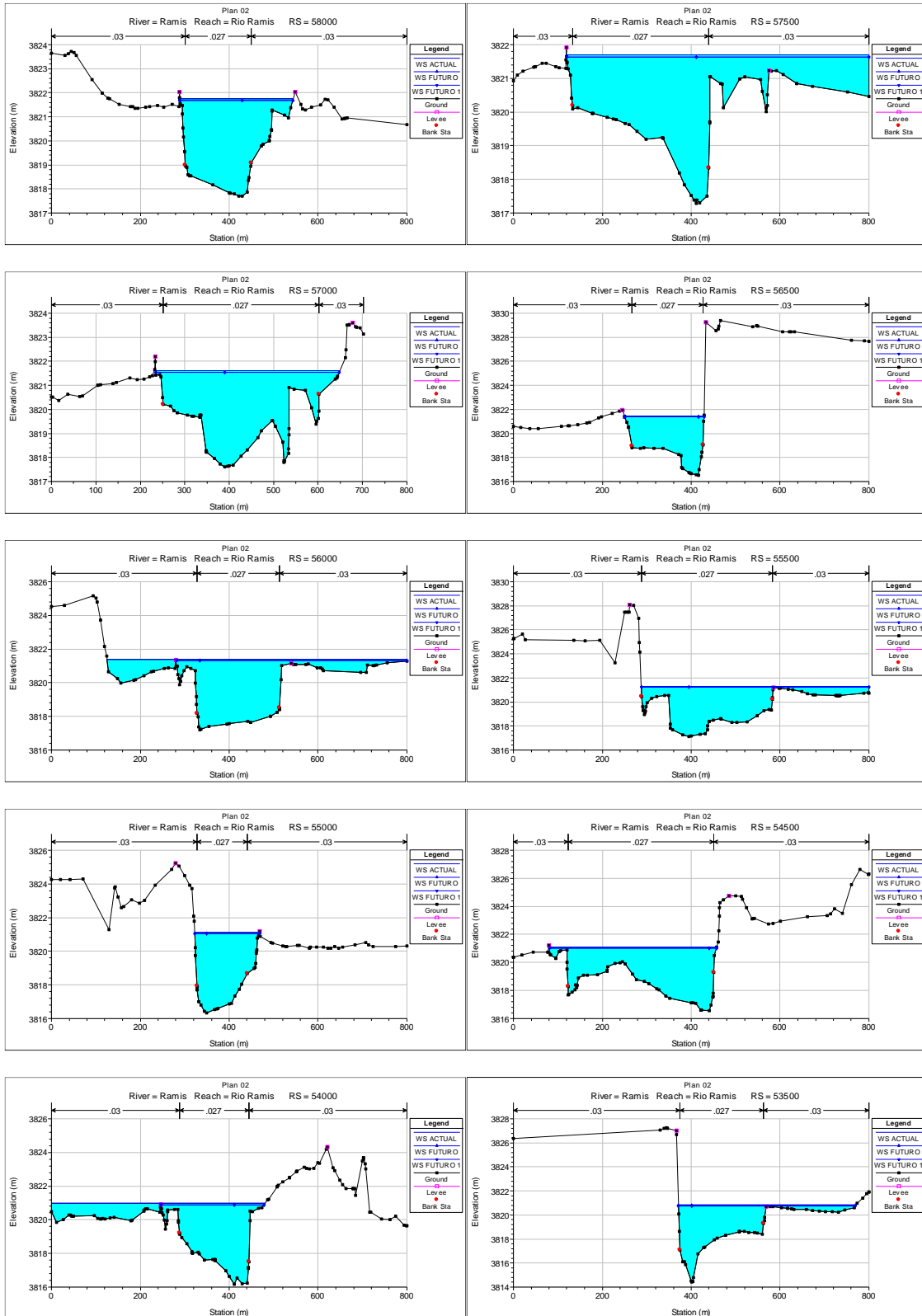
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	17000	ACTUAL	730	3807.89	3814.07	3811.22	3814.28	0.00052	2.07	388.83	124.53	0.29	6.19
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	17000	FUTURO	730	3807.89	3814.07	3811.22	3814.28	0.00052	2.07	388.83	124.53	0.29	6.19
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	17000	FUTURO 1	729.7	3807.89	3814.07	3811.22	3814.28	0.00052	2.07	388.76	124.53	0.29	6.19
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	16500	ACTUAL	730	3807.36	3814.15	3811.18	3814.16	0.000059	0.66	1701.97	800	0.1	6.78
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	16500	FUTURO	730	3807.36	3814.15	3811.18	3814.16	0.000059	0.66	1701.97	800	0.1	6.78
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	16500	FUTURO 1	729.7	3807.36	3814.15	3811.18	3814.16	0.000059	0.66	1701.5	800	0.1	6.78
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	16000	ACTUAL	730	3808.56	3813.98	3811.57	3814.09	0.000381	1.51	534.07	184.48	0.24	5.41
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	16000	FUTURO	730	3808.56	3813.98	3811.57	3814.09	0.000381	1.51	534.07	184.48	0.24	5.41
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	16000	FUTURO 1	729.7	3808.56	3813.98	3811.55	3814.09	0.000381	1.51	533.96	184.47	0.24	5.41
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	15500	ACTUAL	730	3808.3	3813.91	3811.53	3813.95	0.000162	1.11	1166.27	799.07	0.16	5.61
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	15500	FUTURO	730	3808.3	3813.91	3811.53	3813.95	0.000162	1.11	1166.27	799.07	0.16	5.61
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	15500	FUTURO 1	729.7	3808.3	3813.91	3811.53	3813.95	0.000162	1.11	1166.03	799.06	0.16	5.61
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	15000	ACTUAL	730	3808.27	3813.88	3811.14	3813.89	0.000068	0.72	1653.8	800	0.1	5.61
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	15000	FUTURO	730	3808.27	3813.88	3811.14	3813.89	0.000068	0.72	1653.8	800	0.1	5.61
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	15000	FUTURO 1	729.7	3808.27	3813.88	3811.14	3813.89	0.000068	0.72	1653.32	800	0.1	5.61
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	14500	ACTUAL	730	3806.45	3813.63	3811.22	3813.8	0.000535	1.86	413.58	121.6	0.28	7.18
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	14500	FUTURO	730	3806.45	3813.63	3811.22	3813.8	0.000535	1.86	413.58	121.6	0.28	7.18
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	14500	FUTURO 1	729.7	3806.45	3813.63	3811.21	3813.8	0.000534	1.86	413.54	121.59	0.28	7.18
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	14000	ACTUAL	730	3808.01	3813.57	3810.84	3813.62	0.00018	1.17	941.49	457.16	0.17	5.57
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	14000	FUTURO	730	3808.01	3813.57	3810.84	3813.62	0.00018	1.17	941.49	457.16	0.17	5.57
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	14000	FUTURO 1	729.7	3808.01	3813.57	3810.84	3813.62	0.00018	1.17	941.35	457.15	0.17	5.57
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	13500	ACTUAL	730	3807.9	3813.23	3811.02	3813.44	0.000691	2.09	363.01	101.28	0.32	5.33
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	13500	FUTURO	730	3807.9	3813.23	3811.02	3813.44	0.000691	2.09	363.01	101.28	0.32	5.33
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	13500	FUTURO 1	729.7	3807.9	3813.23	3811.02	3813.44	0.000691	2.09	363.01	101.28	0.32	5.33
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	13000	ACTUAL	730	3807.29	3813.13	3810.76	3813.19	0.000274	1.38	809.89	453	0.21	5.83
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	13000	FUTURO	730	3807.29	3813.13	3810.76	3813.19	0.000274	1.38	809.89	453	0.21	5.83
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	13000	FUTURO 1	729.7	3807.29	3813.12	3810.78	3813.19	0.000274	1.38	809.76	453	0.21	5.83
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	12500	ACTUAL	730	3807.66	3813.02	3810.7	3813.07	0.000198	1.18	927.17	445.82	0.17	5.36
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	12500	FUTURO	730	3807.66	3813.02	3810.7	3813.07	0.000198	1.18	927.17	445.82	0.17	5.36
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	12500	FUTURO 1	729.7	3807.66	3813.02	3810.7	3813.07	0.000198	1.18	927.04	445.82	0.17	5.36
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	12000	ACTUAL	730	3806.97	3812.97	3810.34	3812.99	0.000111	0.97	1390.59	800	0.13	6
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	12000	FUTURO	730	3806.97	3812.97	3810.34	3812.99	0.000111	0.97	1390.59	800	0.13	6
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	12000	FUTURO 1	729.7	3806.97	3812.97	3810.35	3812.99	0.000111	0.97	1390.35	800	0.13	6
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	11500	ACTUAL	730	3807.41	3812.91	3810.43	3812.94	0.000104	0.9	1424.38	800	0.13	5.5
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	11500	FUTURO	730	3807.41	3812.91	3810.43	3812.94	0.000104	0.9	1424.38	800	0.13	5.5
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	11500	FUTURO 1	729.7	3807.41	3812.91	3810.43	3812.94	0.000104	0.9	1424.15	800	0.13	5.5
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	11000	ACTUAL	730	3807.29	3812.83	3810.21	3812.87	0.000167	1.08	1151.62	800	0.16	5.54
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	11000	FUTURO	730	3807.29	3812.83	3810.21	3812.87	0.000167	1.08	1151.62	800	0.16	5.54
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	11000	FUTURO 1	729.7	3807.29	3812.83	3810.22	3812.87	0.000167	1.08	1151.38	800	0.16	5.54
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	10500	ACTUAL	730	3806.59	3812.78	3809.61	3812.8	0.000095	0.98	1419.01	800	0.13	6.19
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	10500	FUTURO	730	3806.59	3812.78	3809.61	3812.8	0.000095	0.98	1419.01	800	0.13	6.19
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	10500	FUTURO 1	729.7	3806.59	3812.78	3809.63	3812.8	0.000095	0.98	1418.77	800	0.13	6.19
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	10000	ACTUAL	730	3805.43	3812.72	3809.76	3812.75	0.000115	1	1335.75	800	0.14	7.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	10000	FUTURO	730	3805.43	3812.72	3809.76	3812.75	0.000115	1	1335.75	800	0.14	7.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	10000	FUTURO 1	729.7	3805.43	3812.72	3809.74	3812.75	0.000115	1	1335.51	800	0.14	7.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	9500	ACTUAL	730	3804.73	3812.65	3809.58	3812.69	0.000134	1.14	1203.82	800	0.15	7.92
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	9500	FUTURO	730	3804.73	3812.65	3809.58	3812.69	0.000134	1.14	1203.82	800	0.15	7.92
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	9500	FUTURO 1	729.7	3804.73	3812.65	3809.58	3812.69	0.000134	1.14	1203.59	800	0.15	7.92
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	9000	ACTUAL	730	3806.32	3812.57	3809.93	3812.61	0.000172	1.17	1067.92	800	0.17	6.24
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	9000	FUTURO	730	3806.32	3812.57	3809.93	3812.61	0.000172	1.17	1067.92	800	0.17	6.24
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	9000	FUTURO 1	729.7	3806.32	3812.57	3809.93	3812.61	0.000172	1.17	1067.44	800	0.17	6.24
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	8500	ACTUAL	730	3806.14	3812.46	3809.85	3812.51	0.000212	1.34	1007.48	775.91	0.19	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	8500	FUTURO	730	3806.14	3812.46	3809.85	3812.51	0.000212	1.34	1007.48	775.91	0.19	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	8500	FUTURO 1	729.7	3806.14	3812.46	3809.85	3812.51	0.000212	1.34	1006.79	775.72	0.19	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	8000	ACTUAL	730	3806.15	3812.12	3809.47	3812.34	0.000559	2.18	371.87	88.31	0.3	5.97
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	8000	FUTURO	730	3806.15	3812.12	3809.47	3812.34	0.000559	2.18	371.87	88.31	0.3	5.97
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	8000	FUTURO 1	729.7	3806.15	3812.12	3809.48	3812.33	0.000559	2.18	371.82	88.3	0.3	5.97
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	7500	ACTUAL	730	3805.21	3812.01	3807.94	3812.13	0.000243	1.58	477.7	91.17	0.2	6.8
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	7500	FUTURO	730	3805.21	3812.01	3807.94	3812.13	0.000243	1.58	477.7	91.17	0.2	6.8
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	7500	FUTURO 1	729.7	3805.21	3812.01	3807.92	3812.13	0.000243	1.58	477.62	91.16	0.2	6.8
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	7000	ACTUAL	730	3806.15	3811.95	3808.44	3812.01	0.000175	1.21	816.41	526.17	0.17	5.8
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	7000	FUTURO	730	3806.15	3811.95	3808.44	3812.01	0.000175	1.21	816.41	526.17	0.17	5.8
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	7000	FUTURO 1	729.7	3806.15	3811.94	3808.4	3812.01	0.000175	1.21	815.94	526.17	0.17	5.8
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	6500	ACTUAL	730	3802.81	3811.76	3806.3	3811.91	0.0002	1.76	482.88	109.41	0.19	8.96
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	6500	FUTURO	730	3802.81	3811.76	3806.3	3811.91	0.0002	1.76	482.88	109.41	0.19	8.96
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	6500	FUTURO 1	729.7	3802.81	3811.76	3806.3	3811.91	0.0002	1.76	482.78	109.4	0.19	8.96
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	6000	ACTUAL	730	3805.36	3811.67	3807.83	3811.79	0.000246	1.56	488.28	92.67	0.2	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	6000	FUTURO	730	3805.36	3811.67	3807.83	3811.79	0.000246	1.56	488.28	92.67	0.2	6.32
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	6000	FUTURO 1	729.7	3805.36	3811.67	3807.83	3811.79	0.000246	1.56	488.2	92.67	0.2	6.31
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	5500	ACTUAL	730	3805.62	3811.55	3807.99	3811.66	0.000248	1.49	512.49	109.89	0.2	5.93
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	5500	FUTURO	730	3805.62	3811.55	3807.99	3811.66	0.000248	1.49	512.49	109.89	0.2	5.93
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	5500	FUTURO 1	729.7	3805.62	3811.55	3807.98	3811.66	0.000248	1.49	512.36	109.89	0.2	5.93
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	5000	ACTUAL	730	3804.82	3811.42	3807.66	3811.54	0.000252	1.58	505.5	115.2	0.21	6.6
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	5000	FUTURO	730	3804.82	3811.42	3807.66	3811.54	0.000252	1.58	505.5	115.2	0.21	6.6
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	5000	FUTURO 1	729.7	3804.82	3811.42	3807.66	3811.54	0.000252	1.58	505.37	115.2	0.21	6.6

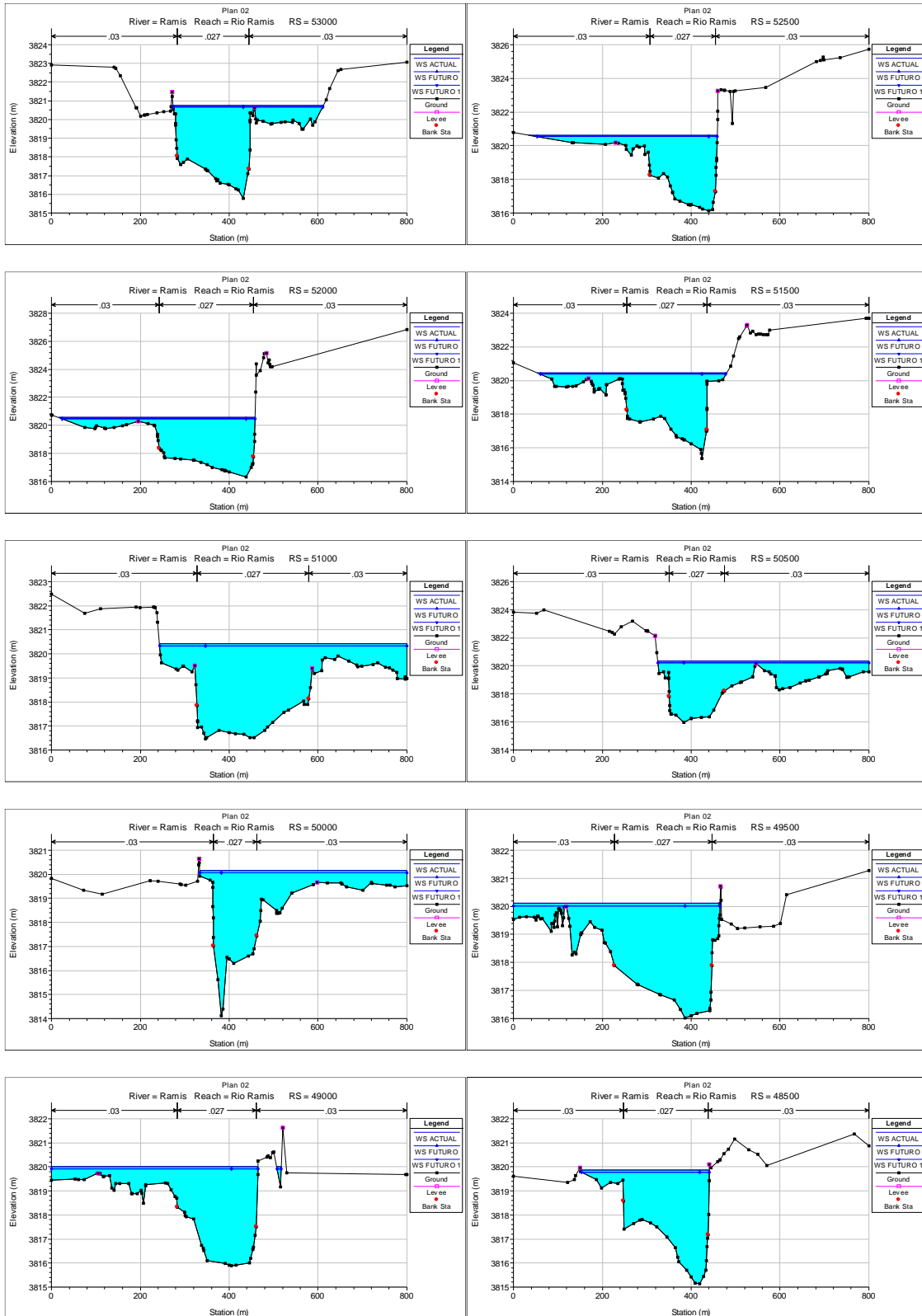
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl (m)	Max Chl Dpth (m)
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	4500	ACTUAL	730	3804.59	3811.3	3807.68	3811.41	0.000248	1.57	684.41	441.91	0.2		6.71
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	4500	FUTURO	730	3804.59	3811.3	3807.68	3811.41	0.000248	1.57	684.41	441.91	0.2		6.71
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	4500	FUTURO 1	729.7	3804.59	3811.3	3807.69	3811.41	0.000249	1.57	683.88	441.91	0.2		6.71
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	4000	ACTUAL	730	3804.64	3811.15	3807.48	3811.28	0.000268	1.6	478.23	95.05	0.21		6.51
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	4000	FUTURO	730	3804.64	3811.15	3807.48	3811.28	0.000268	1.6	478.23	95.05	0.21		6.51
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	4000	FUTURO 1	729.7	3804.64	3811.15	3807.48	3811.28	0.000268	1.6	478.15	95.04	0.21		6.51
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	3500	ACTUAL	730	3805.54	3811.02	3807.97	3811.13	0.000297	1.5	505.35	117.07	0.22		5.48
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	3500	FUTURO	730	3805.54	3811.02	3807.97	3811.13	0.000297	1.5	505.35	117.07	0.22		5.48
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	3500	FUTURO 1	729.7	3805.54	3811.02	3807.97	3811.13	0.000297	1.5	505.25	117.06	0.22		5.48
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	3000	ACTUAL	730	3805.75	3810.86	3807.84	3810.98	0.000313	1.53	491.13	109.98	0.22		5.11
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	3000	FUTURO	730	3805.75	3810.86	3807.84	3810.98	0.000313	1.53	491.13	109.98	0.22		5.11
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	3000	FUTURO 1	729.7	3805.75	3810.86	3807.84	3810.98	0.000312	1.53	491.1	109.98	0.22		5.11
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	2500	ACTUAL	730	3805.56	3810.73	3807.45	3810.83	0.000262	1.41	526.51	123.05	0.2		5.17
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	2500	FUTURO	730	3805.56	3810.73	3807.45	3810.83	0.000262	1.41	526.51	123.05	0.2		5.17
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	2500	FUTURO 1	729.7	3805.56	3810.73	3807.45	3810.83	0.000262	1.41	526.44	123.04	0.2		5.17
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	2000	ACTUAL	730	3805.44	3810.6	3807.48	3810.7	0.00027	1.41	530.4	129.5	0.21		5.16
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	2000	FUTURO	730	3805.44	3810.6	3807.48	3810.7	0.00027	1.41	530.4	129.5	0.21		5.16
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	2000	FUTURO 1	729.7	3805.44	3810.6	3807.48	3810.7	0.00027	1.41	530.33	129.5	0.21		5.16
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	1500	ACTUAL	730	3805	3810.4	3807.51	3810.54	0.000376	1.64	454.27	107.43	0.24		5.41
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	1500	FUTURO	730	3805	3810.4	3807.51	3810.54	0.000376	1.64	454.27	107.43	0.24		5.41
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	1500	FUTURO 1	729.7	3805	3810.4	3807.52	3810.54	0.000376	1.64	454.21	107.41	0.24		5.41
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	1000	ACTUAL	730	3804.94	3810.23	3807.39	3810.35	0.000343	1.56	485.69	114.43	0.23		5.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	1000	FUTURO	730	3804.94	3810.23	3807.39	3810.35	0.000343	1.56	485.69	114.43	0.23		5.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	1000	FUTURO 1	729.7	3804.94	3810.23	3807.4	3810.35	0.000343	1.56	485.62	114.43	0.23		5.29
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	500	ACTUAL	730	3805.58	3810.09	3807.53	3810.18	0.000308	1.35	566.9	165.06	0.21		4.51
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	500	FUTURO	730	3805.58	3810.09	3807.53	3810.18	0.000308	1.35	566.9	165.06	0.21		4.51
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	500	FUTURO 1	729.7	3805.58	3810.09	3807.53	3810.18	0.000308	1.35	566.8	165.03	0.21		4.51
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	0	ACTUAL	730	3805.45	3809.99	3807.82	3810.04	0.00022	1.13	980.14	800	0.18		4.54
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	0	FUTURO	730	3805.45	3809.99	3807.82	3810.04	0.00022	1.13	980.14	800	0.18		4.54
Ramis abajo	Rio Ramis abajo	0	FUTURO 1	729.7	3805.45	3809.99	3807.82	3810.03	0.00022	1.13	979.66	800	0.18		4.54

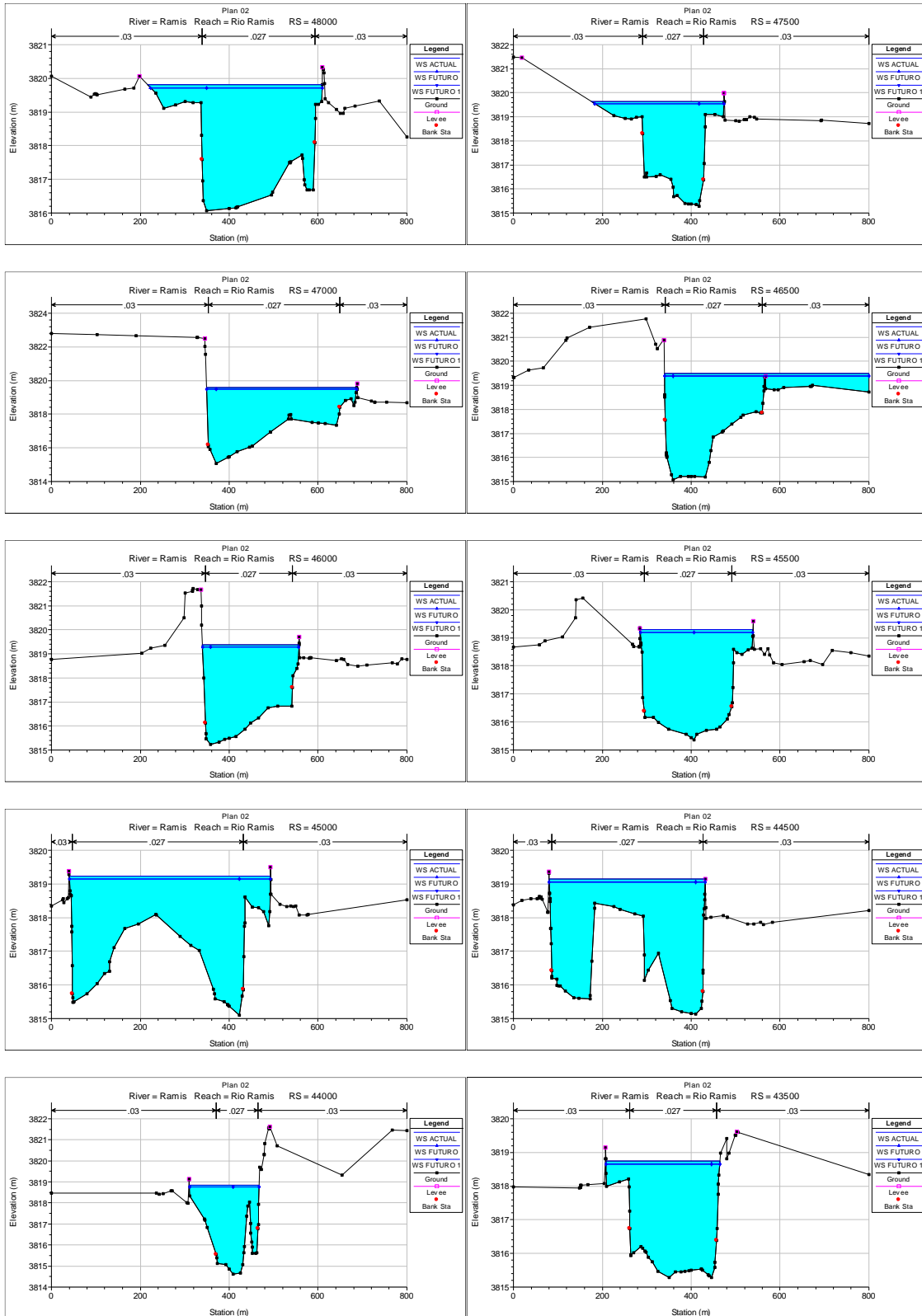
7.11. Anexo L: Secciones para TR= 50 Años del río Ramis con HEC-RAS.

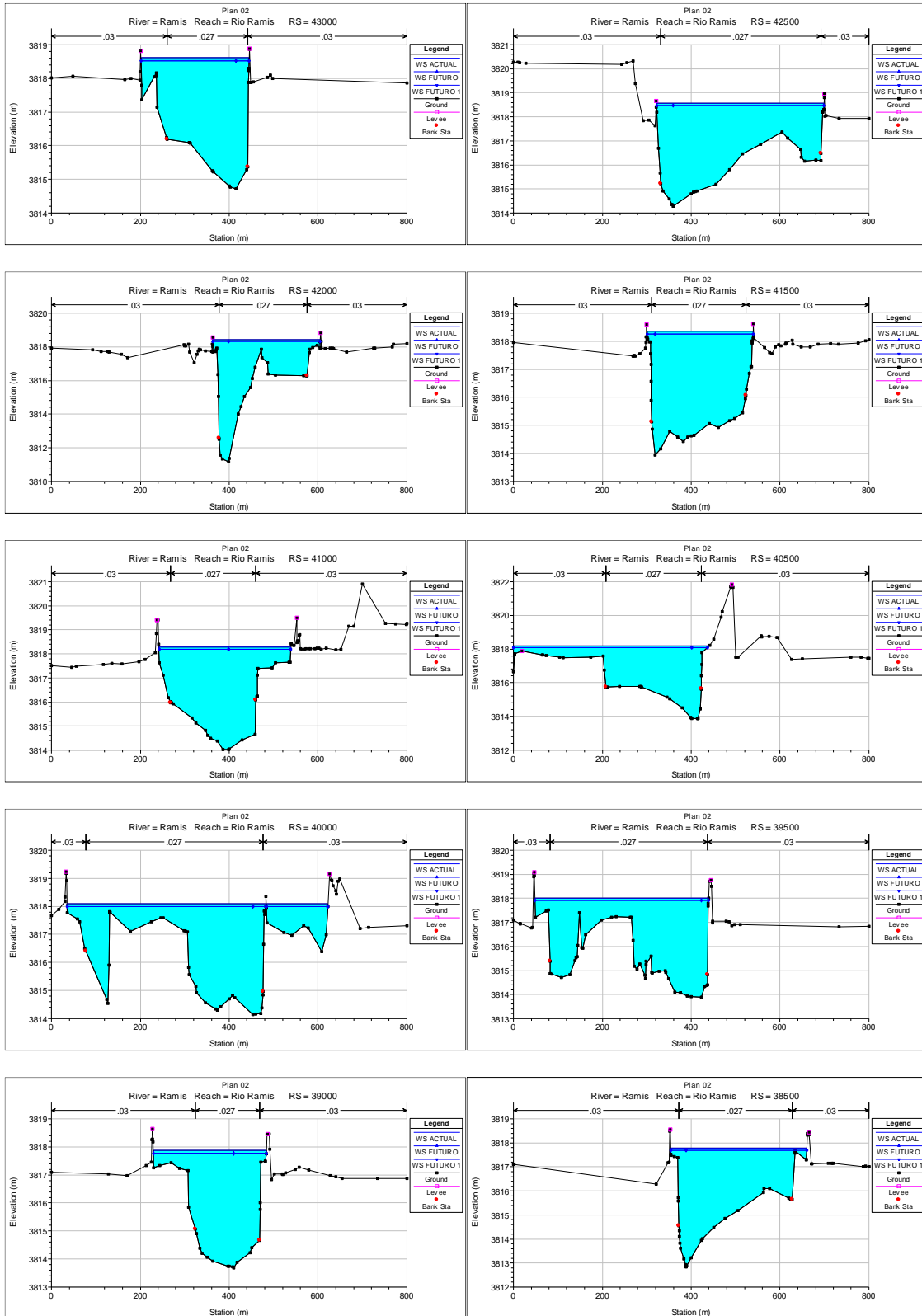


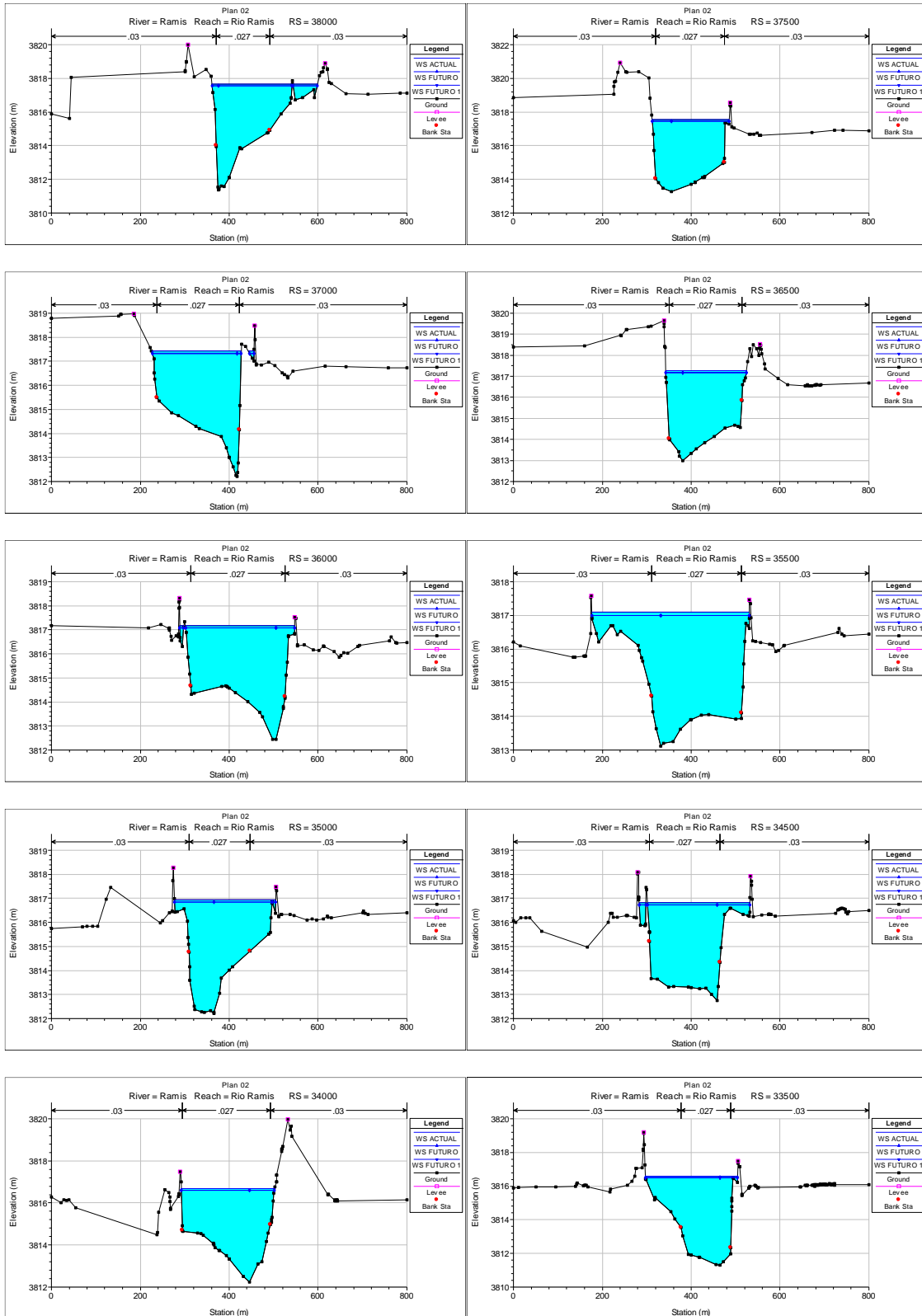


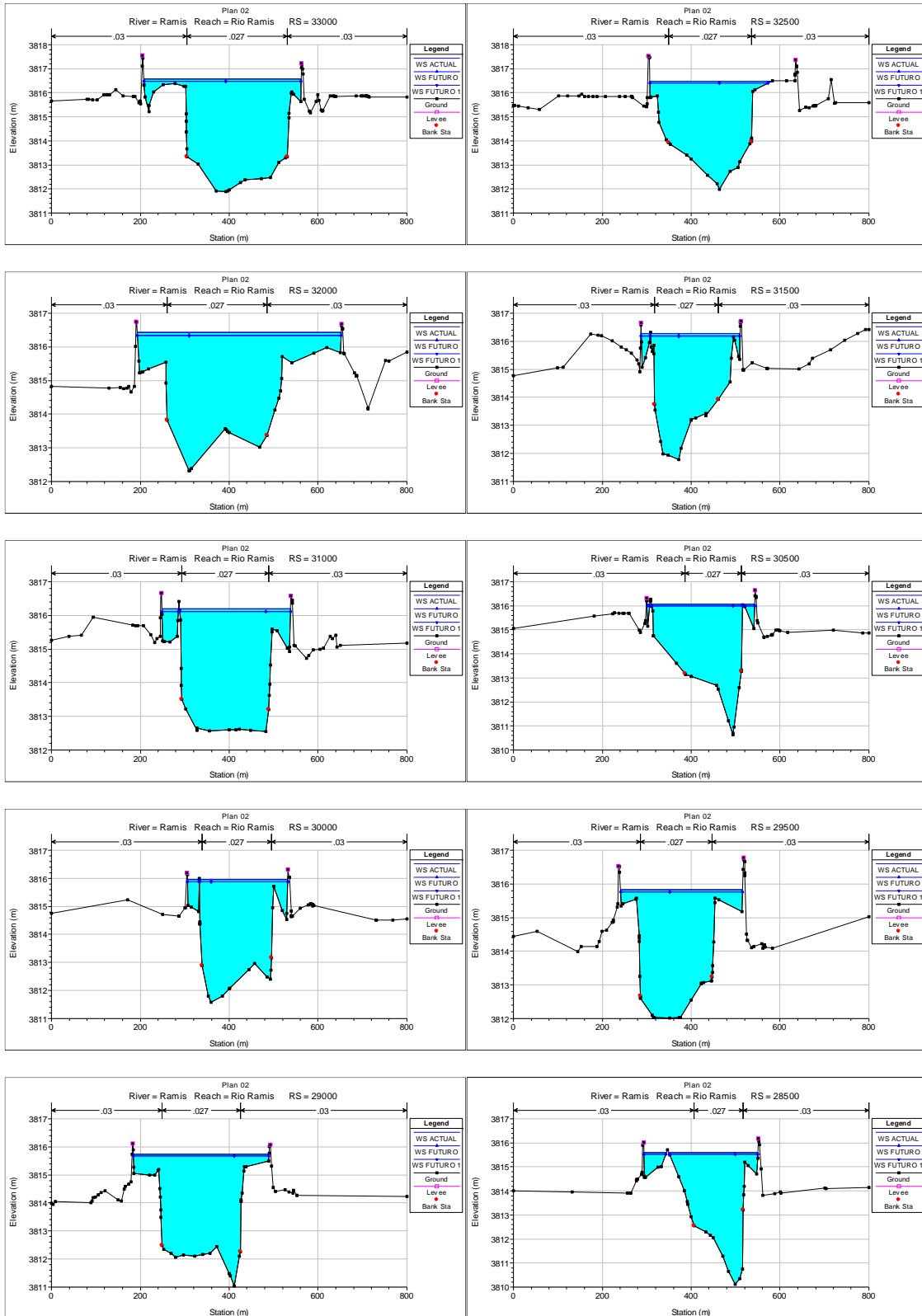


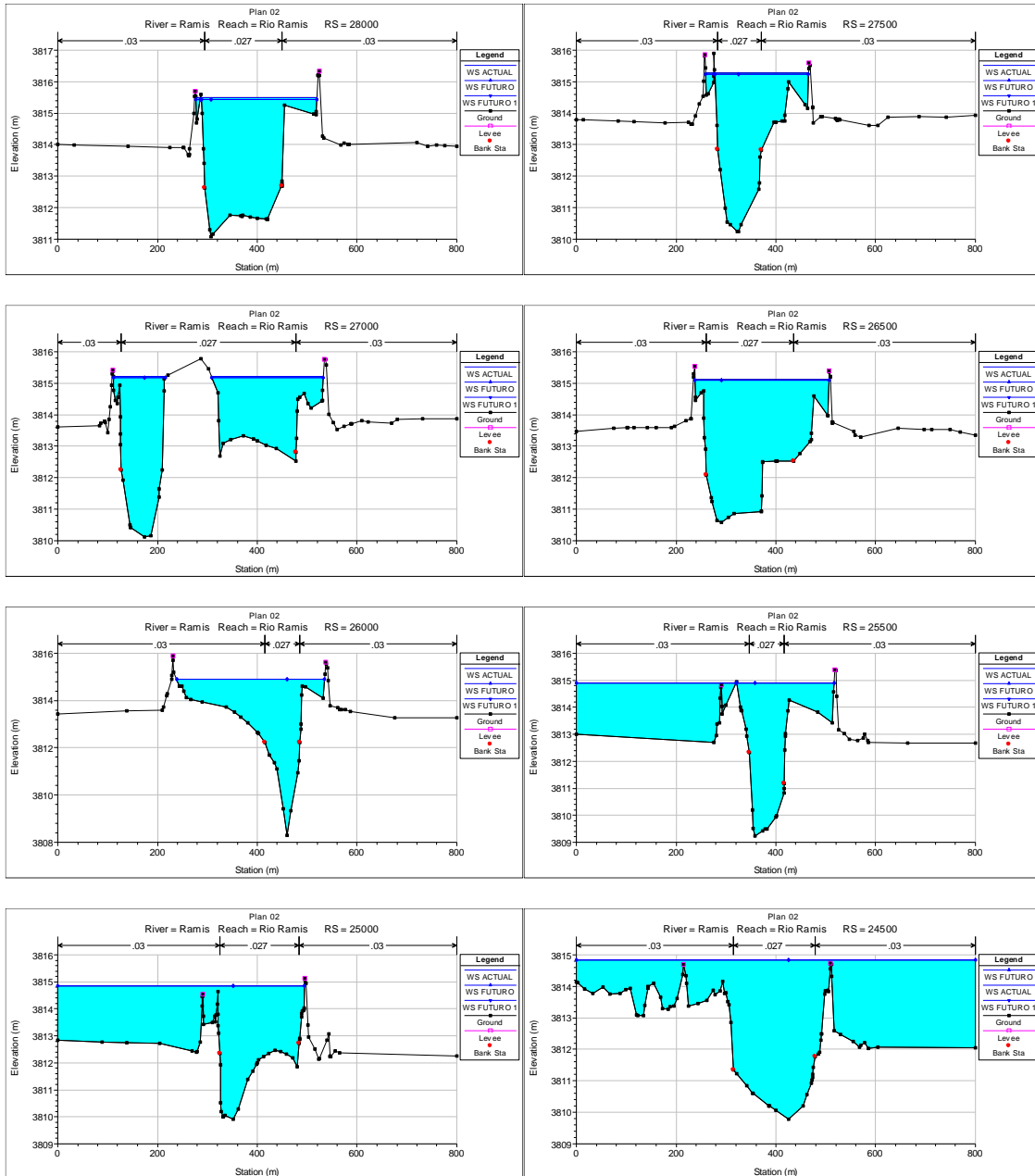


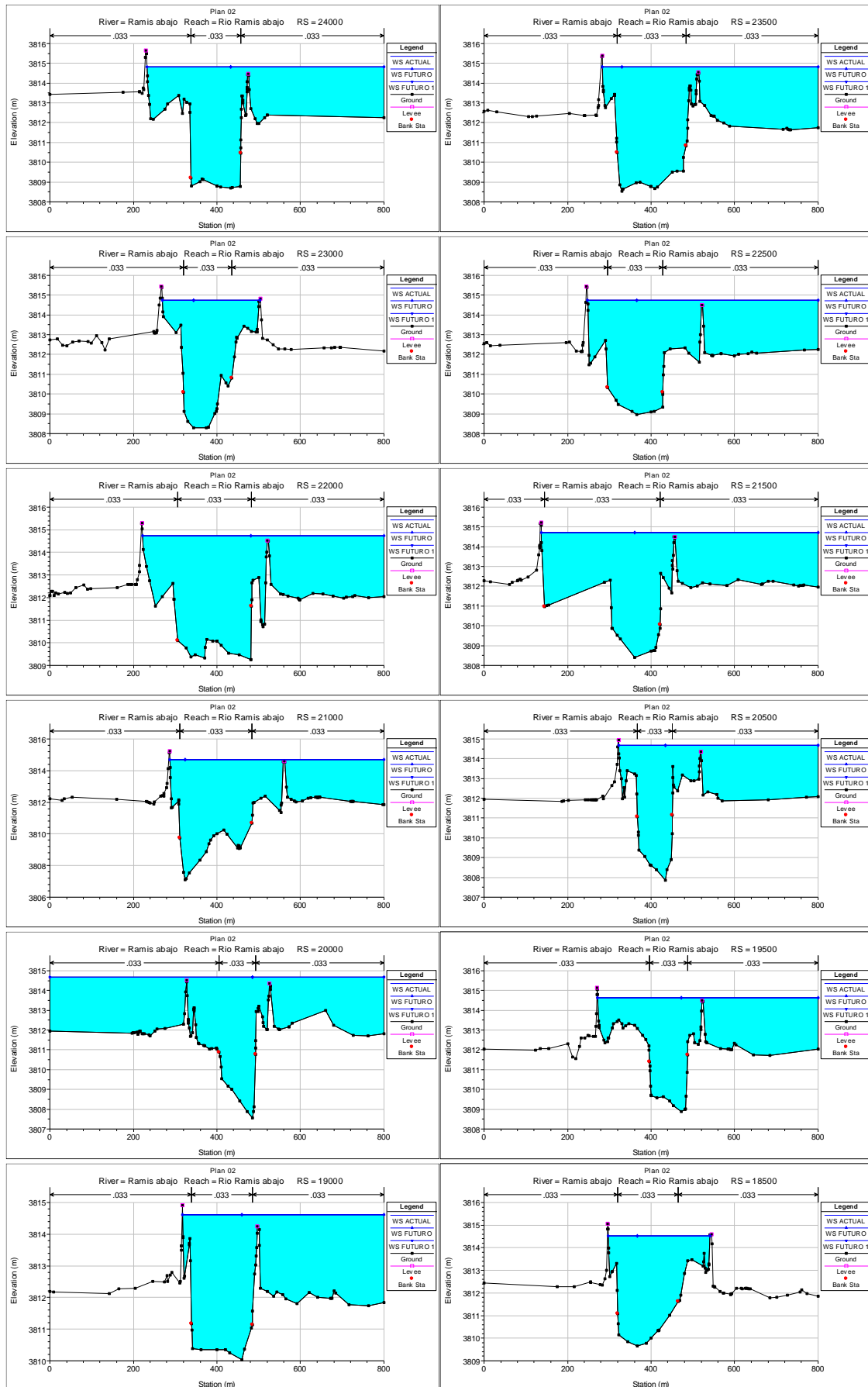


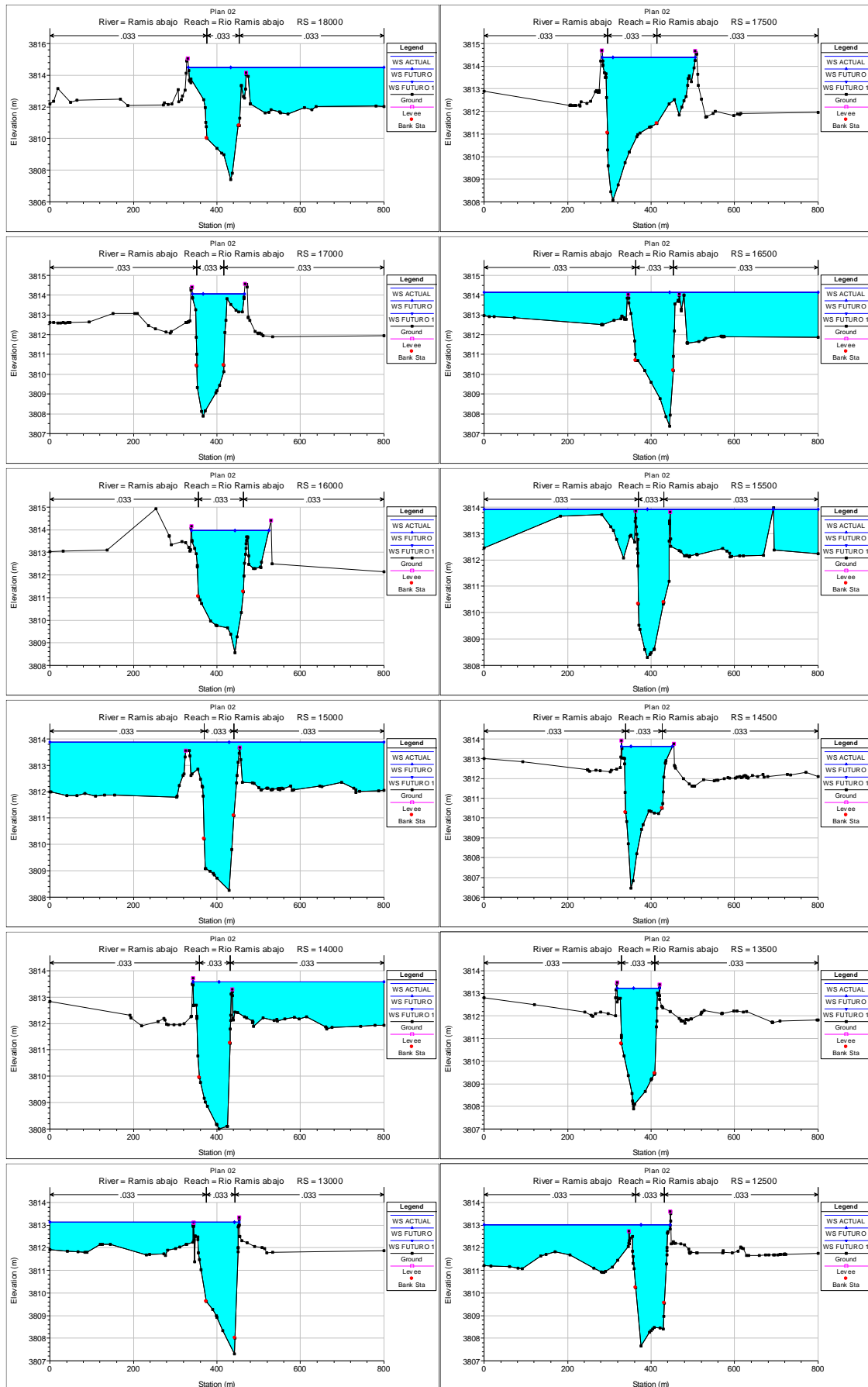


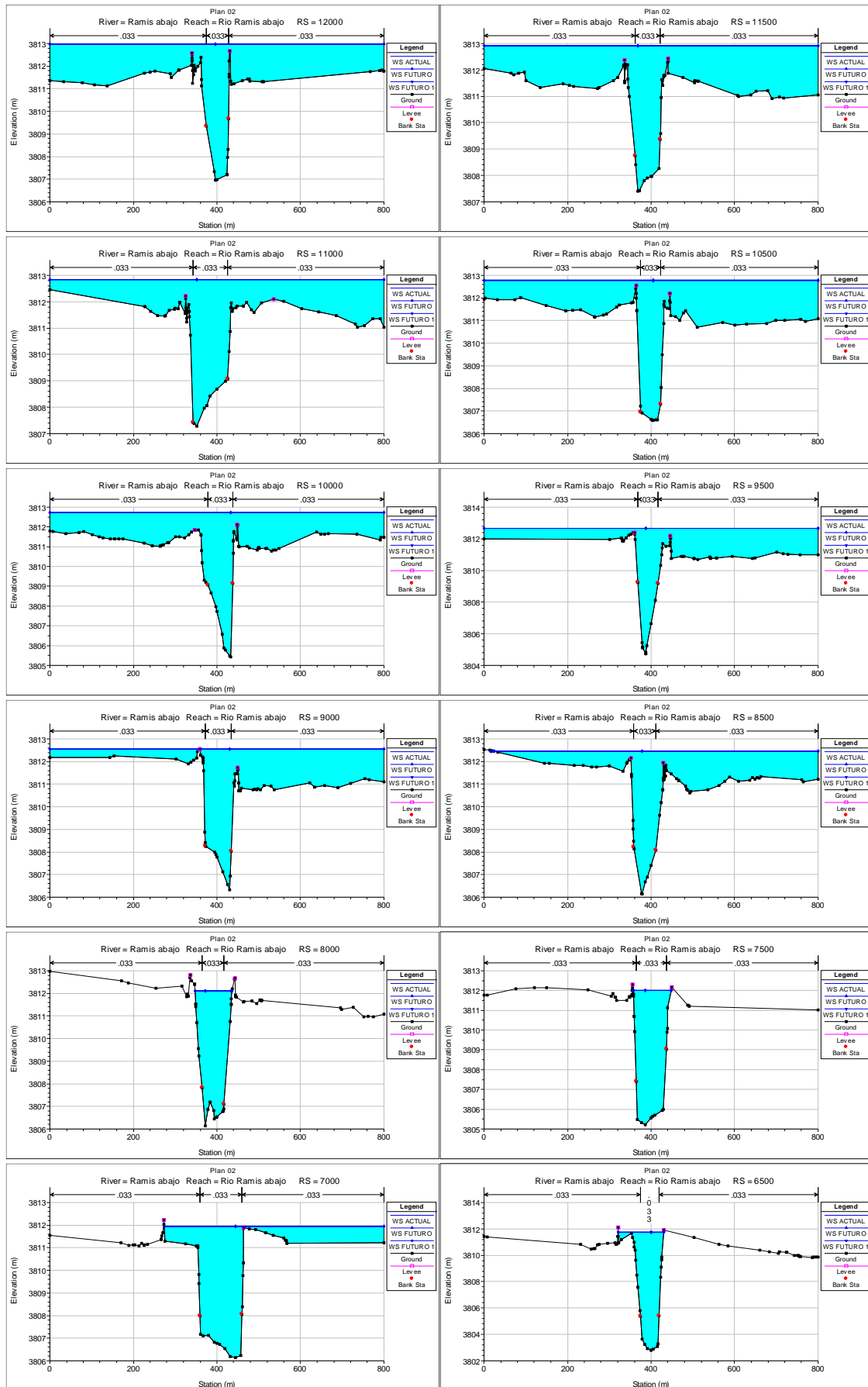


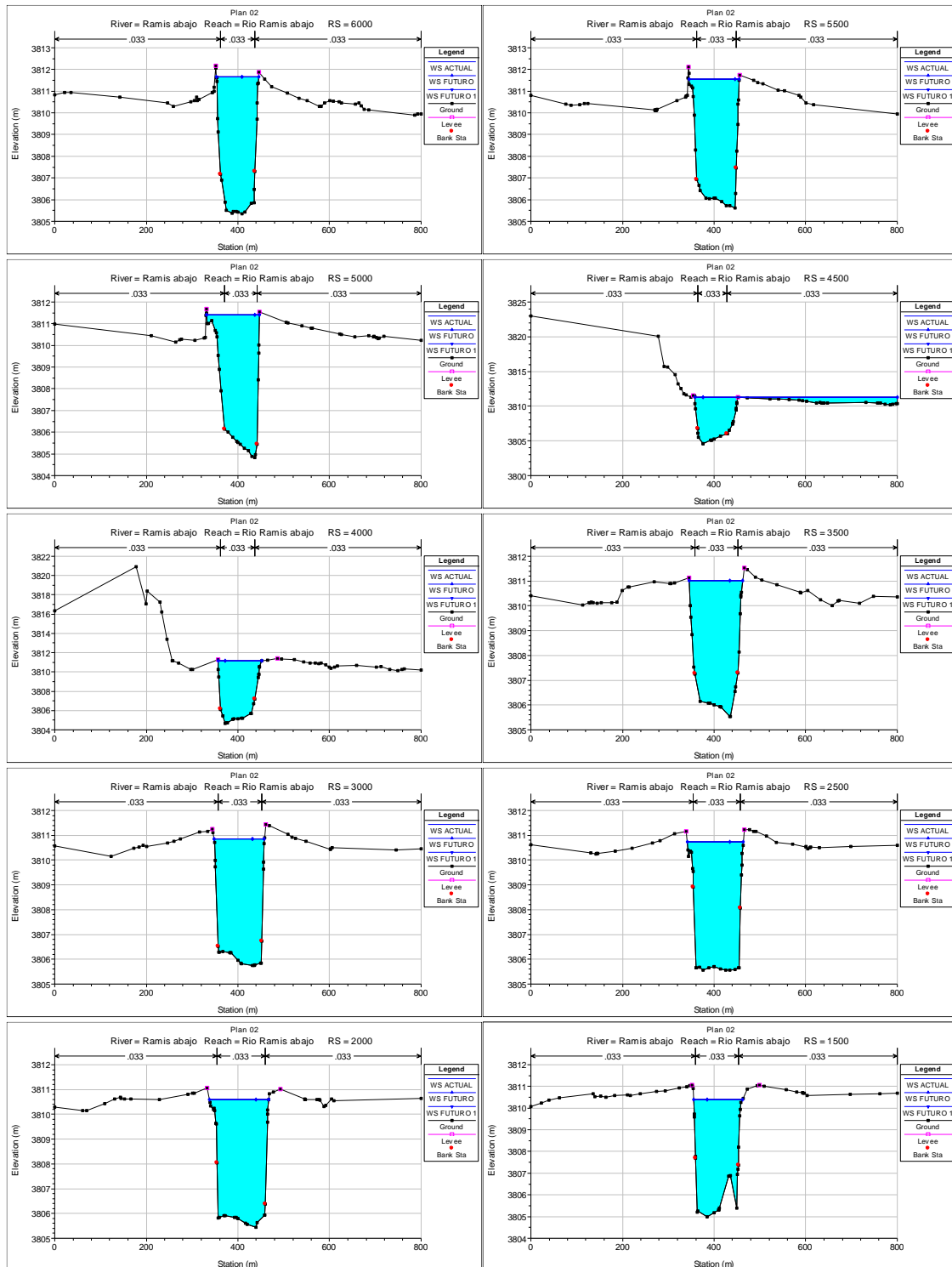


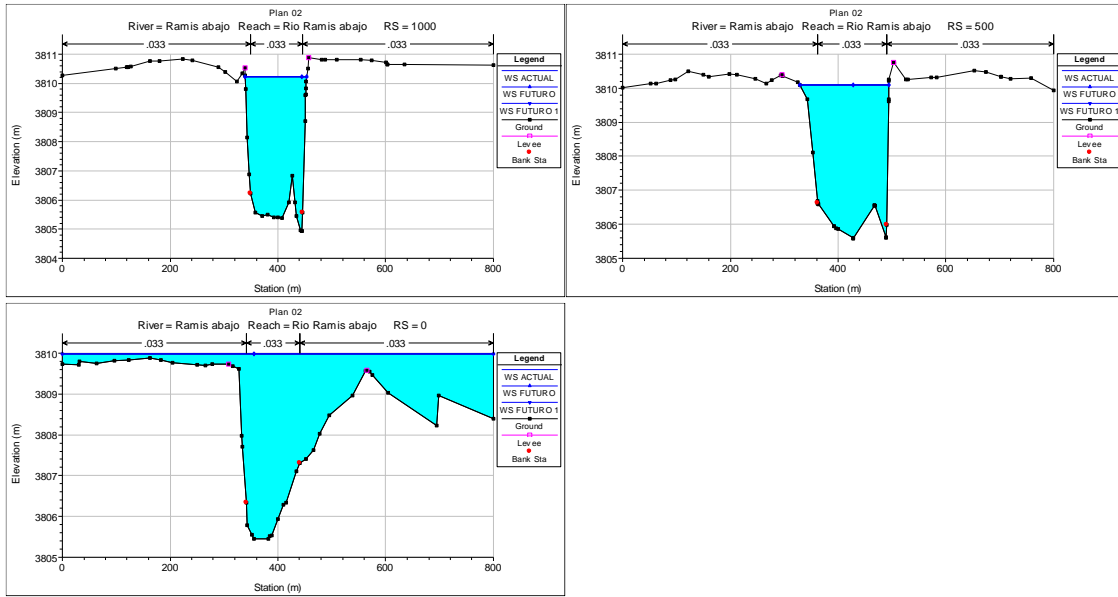












7.12. Anexo M: Álbum Fotográfico



Foto 01: Eje de Embalse Quenamari



Foto 02: Eje de Embalse Antauta



Foto 03: Eje de Embalse Macarimayo



Foto 04: Eje de Embalse Parina