

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“Análisis hidráulico del barraje en el Río Nepeña para incrementar
el caudal del Canal-Quillhuay Alto-Cáceres del Perú-Santa-
Ancash-2024”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Bach. Beltrán Narváez, Fabrizio Alesandri
Bach. Peralta Luna, Juan Diego

ASESOR:

Ms. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo
DNI 32904375

Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

Nuevo Chimbote – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

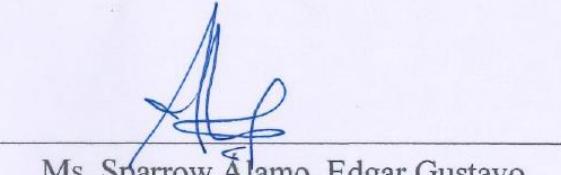


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA
PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL-QUILLHUAY
ALTO-CÁCERES DEL PERÚ-SANTA-ANCASH-2024”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
REVISADO Y APROBADO POR:**



Ms. Sparrow Álamo, Edgar Gustavo
Asesor
DNI: 32904375
Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA
PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL-QUILLHUAY
ALTO-CÁCERES DEL PERÚ-SANTA-ANCASH-2024”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL
REVISADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:**

Ms. Villavicencio González, Felipe Eleuterio
Presidente
DNI: 26673663
Código ORCID: 0000-0002-3500-2378

Dr. López Carranza, Atilio Rubén
Secretario
DNI: 32965940
Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

Ms. Sparrow Alamo, Edgar Gustavo
Asesor
DNI: 32904375
Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 01 días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las 19:00 horas, en el aula Civil 01 del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 678-2025-UNS-CFI, con fecha 07.11.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal N° 848-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL - QUILLHUAY ALTO - CÁCERES DEL PERÚ - SANTA - ANCASH - 2024", presentado por los Bachilleres BELTRÁN NARVÁEZ FABRIZIO ALESANDRI con cód. N° 0201913039 y PERALTA LUNA JUAN DIEGO con cód. N° 0201913034, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo según lo establece la T. Resolución Decanal N° 489-2023-UNS-FI, de fecha 14.07.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
BELTRÁN NARVÁEZ FABRIZIO ALESANDRI	17	BUENO

Siendo las 20:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 01 de diciembre de 2025.



Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Presidente



Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 01 días del mes de diciembre del año dos mil veinticinco, siendo las 19:00 horas, en el aula Civil 01 del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 678-2025-UNS-CFI, con fecha 07.11.2025, integrado por los siguientes docentes: Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Presidente), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Secretario), Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Integrante), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), en base a la Resolución Decanal Nº 848-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL – QUILLHUAY ALTO - CÁCERES DEL PERÚ – SANTA – ANCASH - 2024", presentado por los Bachilleres BELTRÁN NARVÁEZ FABRIZIO ALESANDRI con cód. Nº 0201913039 y PERALTA LUNA JUAN DIEGO con cód. Nº 0201913034, quienes fueron asesorados por el docente Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 489-2023-UNS-FI, de fecha 14.07.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
PERALTA LUNA JUAN DIEGO	17	BUENO

Siendo las 20:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 01 de diciembre de 2025.



Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Presidente



Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario



Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo
Integrante

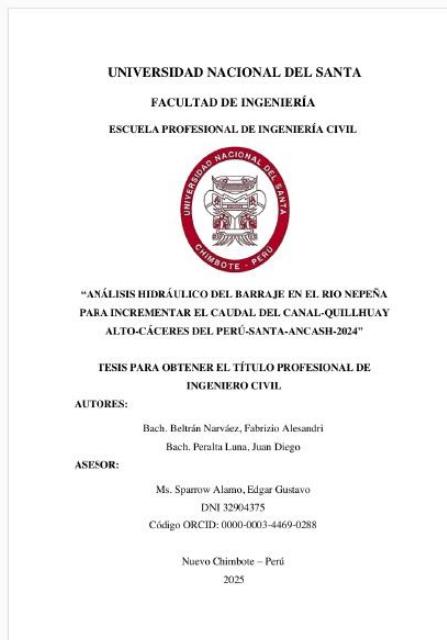


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Fabrizio Alesandri Beltran Narvaez
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA I...
Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_-_BELTRAN-PERALTA_02-11-25.pdf
Tamaño del archivo: 7.14M
Total páginas: 83
Total de palabras: 17,019
Total de caracteres: 96,523
Fecha de entrega: 02-nov-2025 10:24p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2801360695



ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA
INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL-QUILLHUAY ALTO-
CÁCERES DEL PERÚ-SANTA-ANCASH-2024

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
6	uni-contestado-site.s3.amazonaws.com Fuente de Internet	<1 %
7	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080 Fuente de Internet	<1 %
10	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
11	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
12	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
13	es.wikipedia.org Fuente de Internet	<1 %
14	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %



DEDICATORIA

A mis padres, Sandro y Wendy, por ser la base en mi vida. Su amor y sacrificio silencioso en mi formación profesional y personal son el motor de lo que soy y de lo que seré. La enseñanza que me dejaron quedara grabada para toda mi vida.

A mi abuelo, Ausberto Beltrán, cuya partida al lado de Dios Padre se convirtió en una guía espiritual esencial para la culminación de este proyecto.

A mis jurados, por el apoyo y la presencia constante para poder culminar con éxito el proyecto de investigación

**BACH. FABRIZIO BELTRÁN
NARVÁEZ**



En principio, a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto, dándome salud y paciencia necesaria para no rendirme.

A mis padres, por todo su amor, sacrificio y apoyo incondicional. Por estar conmigo en cada paso, por creer en mí, y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la humildad. Este logro también les pertenece.

A mis familiares y amigos, que con su cariño, consejos y compañía hicieron de este camino algo más llevadero. Por motivarme, escucharme y darme siempre una palabra de aliento cuando más lo necesitaba.

A mi asesor de tesis, Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo, por su tiempo, paciencia y orientación durante todo este proceso del trabajo para culminarlo con éxito.

BACH. JUAN PERALTA LUNA



AGRADECIMIENTO

A lo largo de este proceso he aprendido que ningún logro se consigue solo. Detrás de cada avance y cada paso hay personas que, de una u otra forma, aportaron algo valioso para llegar a este momento.

A mis padres, quienes siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo, sus consejos y su confianza. Gracias por su esfuerzo, por creer en mí incluso cuando las cosas se complicaban y por enseñarme que la constancia siempre da frutos.

A mi asesor de tesis, Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo, por su guía, paciencia y dedicación. Sus observaciones, su tiempo y su compromiso fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

También quiero agradecer a mis amigos y compañeros, con quienes compartí largas horas de estudio. Gracias por hacer que este proceso sea más llevadero.

Este proyecto no solo representa un logro académico, sino también una etapa de crecimiento personal. A todos los que formaron parte de ella, gracias de corazón por acompañarme.

**BACH. FABRIZIO BELTRÁN NARVÁEZ Y
BACH. JUAN PERALTA LUNA**



ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1.1.Descripción.....	16
1.1.2.Formulación del Problema	21
1.2. OBJETIVOS.....	22
1.2.1.Objetivo General	22
1.2.2.Objetivos Específicos	22
1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	23
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	23
1.4.1.Justificación	23
1.4.2.Importancia	24
II. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. ANTECEDENTES	25
2.1.1.Internacionales	25
2.1.2.Nacionales	26
2.1.3.Locales.....	29
2.2. MARCO CONCEPTUAL	31
2.2.1.Rio Nepeña	31
2.2.2.Barraje	32
2.2.3.Definición de términos	54
III. METODOLOGÍA.....	59
3.1. MATERIALES	59
3.1.1.Estudio Hidrológico.....	59
3.1.2.Estudio Topográfico	59



3.1.3. Estudio Hidráulico.....	59
3.2. MÉTODOS.....	59
3.2.1. Tipo de Investigación	59
3.2.2. Enfoque de Investigación	60
3.2.3. Nivel de la Investigación	60
3.2.4. Diseño de Contrastación de la Hipótesis.....	60
3.2.5. Población	60
3.2.6. Muestra.....	61
3.2.7. Variables y Operacionalización.....	61
3.2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
3.2.9. Procedimiento de la Recolección de Datos	63
3.2.10. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Resultados.....	64
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1. RESULTADOS	65
4.1.1.Características hidráulicas del río Nepeña	65
4.1.2.Diseño del barraje mixto de forma manual	68
4.1.3.Análisis hidráulico del barraje mixto en el río Nepeña con HEC – RAS 6.6	70
4.2. DISCUSIÓN.....	73
4.2.1.Discusión 1	73
4.2.2.Discusión 2.....	74
4.2.3.Discusión 3.....	75
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
5.1. CONCLUSIONES.....	76
5.2. RECOMENDACIONES	77
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78



VII. ANEXOS	84
7.1. ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	84
7.2. ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	85
7.3. ANEXO N° 3: PROCEDIMIENTO DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS	86
7.3.1. Características hidráulicas del Rio Nepeña	86
7.3.2. Diseño del barraje mixto de forma manual	89
7.3.3. Análisis hidráulico con el programa HEC-RAS 6.6.....	141
7.4. ANEXO N° 5: PANEL FOTOGRÁFICO.....	199
7.5. ANEXO N° 4: PLANOS.....	205



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Valores del parámetro “a”</i>	36
Tabla 2 <i>Variables para determinar el coeficiente de rugosidad</i>	38
Tabla 3 <i>Valores de K y n según la pendiente de la cara</i>	47
Tabla 4 <i>Variable Independiente: Río Nepeña</i>	61
Tabla 5 <i>Variable Dependiente: Barraje</i>	62
Tabla 6 <i>Parámetros de la cuenca</i>	66
Tabla 7 <i>Área en Km</i>	67
Tabla 8 <i>Análisis de caudales según las distribuciones probabilísticas</i>	68
Tabla 9 <i>Parámetros hidráulicos</i>	69
Tabla 10 <i>Resultados en el canal de derivación</i>	70
Tabla 11 <i>Resultados en el barraje</i>	71
Tabla 12 <i>Resultados en el canal</i>	72
Tabla 13 <i>Parámetros de la cuenca</i>	87
Tabla 14 <i>Área en Km</i>	88
Tabla 15 <i>Descargas máximas en el Rio Nepeña</i>	89
Tabla 16 <i>Análisis de caudales según las distribuciones probabilísticas</i>	116
Tabla 17 <i>Valores de K y n según la pendiente de la cara</i>	122
Tabla 18 <i>Tabulación para obtener la forma del perfil aguas abajo</i>	124
Tabla 19 <i>STANDARD TABLE 1</i>	145
Tabla 20 <i>RESULTADOS EN EL CANAL DE DERIVACION</i>	170
Tabla 21 <i>Resultados</i>	176
Tabla 22 <i>Resultados en el barraje</i>	197
Tabla 23 <i>Resultados en el canal</i>	198



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Bocatoma la Achirana</i>	33
Figura 2 <i>Bocatoma Yapatera - Chulucanas</i>	34
Figura 3 <i>Bocatoma San José – Porridre, Puno</i>	35
Figura 4 <i>Ventana de captación</i>	39
Figura 5 <i>Representación de h_0, h y b en la ventana de captación</i>	41
Figura 6 <i>Relación Altura – Caudal, formas estándares del perfil del barraje</i>	42
Figura 7 <i>Muro de encauzamiento acotado con h_0, h, b, H y f</i>	43
Figura 8 <i>Altura de barraje</i>	44
Figura 9 <i>Bocatoma La Tranca</i>	45
Figura 10 <i>Formas estándares del perfil del barraje fijo</i>	47
Figura 11 <i>Relación Altura – Caudal, formas estándares del perfil del barraje</i>	48
Figura 12: <i>Punto de tangencia (P.T)</i>	49
Figura 13: <i>Radio de unión y punto de tangencia (P.T.)</i>	50
Figura 14 <i>Resalto hidráulico</i>	52
Figura 15 <i>Delimitación de la cuenca del Rio Nepeña</i>	65
Figura 16 <i>Perfil longitudinal de la cuenca</i>	66
Figura 17 <i>Delimitación de la cuenca del Rio Nepeña</i>	86
Figura 18 <i>Perfil longitudinal de la cuenca</i>	87
Figura 19 <i>Caudal para un periodo de retorno igual a 2</i>	92
Figura 20 <i>Caudal para un periodo de retorno igual a 5</i>	92
Figura 21 <i>Caudal para un periodo de retorno igual a 10</i>	93
Figura 22 <i>Caudal para un periodo de retorno igual a 25</i>	93
Figura 23 <i>Caudal para un periodo de retorno igual a 50</i>	94
Figura 24 <i>Caudal para un periodo de retorno igual a 100</i>	94



Figura 25 Caudal para un periodo de retorno igual a 2	95
Figura 26 Caudal para un periodo de retorno igual a 5	95
Figura 27 Caudal para un periodo de retorno igual a 10	96
Figura 28 Caudal para un periodo de retorno igual a 25	96
Figura 29 Caudal para un periodo de retorno igual a 50	97
Figura 30 Caudal para un periodo de retorno igual a 100	97
Figura 31 Caudal para un periodo de retorno igual a 2	98
Figura 32 Caudal para un periodo de retorno igual a 5	98
Figura 33 Caudal para un periodo de retorno igual a 10	99
Figura 34 Caudal para un periodo de retorno igual a 25	99
Figura 35 Caudal para un periodo de retorno igual a 50	100
Figura 36 Caudal para un periodo de retorno igual a 100	100
Figura 37 Caudal para un periodo de retorno igual a 2	101
Figura 38 Caudal para un periodo de retorno igual a 5	101
Figura 39 Caudal para un periodo de retorno igual a 10	102
Figura 40 Caudal para un periodo de retorno igual a 25	102
Figura 41 Caudal para un periodo de retorno igual a 50	103
Figura 42 Caudal para un periodo de retorno igual a 100	103
Figura 43 Caudal para un periodo de retorno igual a 2	104
Figura 44 Caudal para un periodo de retorno igual a 5	104
Figura 45 Caudal para un periodo de retorno igual a 10	105
Figura 46 Caudal para un periodo de retorno igual a 25	105
Figura 47 Caudal para un periodo de retorno igual a 50	106
Figura 48 Caudal para un periodo de retorno igual a 100	106
Figura 49 Caudal para un periodo de retorno igual a 2	107



Figura 50 Caudal para un periodo de retorno igual a 5	107
Figura 51 Caudal para un periodo de retorno igual a 10	108
Figura 52 Caudal para un periodo de retorno igual a 25	108
Figura 53 Caudal para un periodo de retorno igual a 50	109
Figura 54 Caudal para un periodo de retorno igual a 100	109
Figura 55 Caudal para un periodo de retorno igual a 2	110
Figura 56 Caudal para un periodo de retorno igual a 5	110
Figura 57 Caudal para un periodo de retorno igual a 10	111
Figura 58 Caudal para un periodo de retorno igual a 25	111
Figura 59 Caudal para un periodo de retorno igual a 50	112
Figura 60 Caudal para un periodo de retorno igual a 100	112
Figura 61 Caudal para un periodo de retorno igual a 2	113
Figura 62 Caudal para un periodo de retorno igual a 5	113
Figura 63 Caudal para un periodo de retorno igual a 10	114
Figura 64 Caudal para un periodo de retorno igual a 25	114
Figura 65 Caudal para un periodo de retorno igual a 50	115
Figura 66 Caudal para un periodo de retorno igual a 100	115
Figura 67 Perfil seleccionado para el diseño	122
Figura 68 Relación Altura – Caudal, formas estándares del perfil del barraje	123
Figura 69 Gráfico del Perfil del barraje aguas abajo	137
Figura 70 Canal de derivación	141
Figura 71 Perfil	142
Figura 72 Perspectiva	143
Figura 73 Perfil en Hec - Ras	144
Figura 74 Barraje	171



Figura 75 <i>Canal de derivación</i>	172
Figura 76 <i>Perfil.....</i>	173
Figura 77 <i>Perspectiva</i>	174
Figura 78 <i>Perfil en Hec - Ras</i>	175
Figura 79 <i>Levantamiento topográfico aguas arriba del barraje mixto</i>	199
Figura 80 <i>Levantamiento topográfico aguas abajo de la ubicación del barraje mixto</i>	200
Figura 81 <i>Ubicación del barraje mixto.....</i>	200
Figura 82 <i>Levantamiento topográfico alrededor del punto de estudio.....</i>	201
Figura 83 <i>Tramo del Canal de derivación.....</i>	202
Figura 84 <i>Derivación de agua por medio de tuberías</i>	203
Figura 85 <i>Tubería que permite la derivación a parcela.....</i>	203
Figura 86 <i>Vista de la tubería a lo largo del segundo brazo del río.....</i>	204



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula de Altunin	36
Ecuación 2: Fórmula de Petit.....	37
Ecuación 3. Fórmula de Cowan	37
Ecuación 4: Valor del umbral del orificio	40
Ecuación 5: Fórmula para hallar la altura de la ventana de captación.....	40
Ecuación 6: Fórmula para hallar el ancho o largo de la ventana	40
Ecuación 7: Valor de la altura sobre la ventana de captación.....	40
Ecuación 8: Fórmula para hallar H_e	41
Ecuación 9: Fórmula de borde libre.....	43
Ecuación 10: Fórmula para hallar la altura del barraje	44
Ecuación 11: Fórmula para hallar el ancho del canal de limpia	45
Ecuación 12: Fórmula para determinar el perfil aguas abajo del punto de origen	46
Ecuación 13: Fórmula para hallar H_d	48
Ecuación 14: Fórmula para hallar el radio de curvatura	51
Ecuación 15: Fórmula para hallar el valor de T	51
Ecuación 16: Fórmula para hallar la velocidad en el eje 1 y d_1	53
Ecuación 17: Fórmula para hallar el tirante conjugado mayor d_2	54
Ecuación 18: Fórmulas para hallar la longitud del colchón disipador.....	54
Ecuación 19: Fórmula para determinar el perfil del barraje	122
Ecuación 20: Fórmula para hallar H_d	123



RESUMEN

En la presente investigación se busca determinar los parámetros hidráulicos del río Nepeña, realizar el diseño manual del barraje mixto, asimismo, se realiza el análisis hidráulico del barraje mixto en el río Nepeña con el Programa HEC-RAS 6.6. con el objetivo de incrementar el caudal a derivar hacia el Canal Quillhuay Alto.

La Investigación tiene un enfoque cuantitativo, mediante distribuciones probabilísticas se determinó el caudal de diseño. Seguidamente, se realizó el levantamiento topográfico para determinar la pendiente del área de estudio. Con los estudios antes mencionados se realizó el diseño manual del barraje mixto y análisis hidráulico en el programa HEC-RAS 6.6.

Los instrumentos que se utilizaron en los estudios son: estación total para el levantamiento topográfico, AutoCAD, Civil 3D, Hidroesta, hojas de cálculo en Excel y HEC-RAS 6.6.

El modelamiento en HEC-RAS muestra que sin barraje la derivación en EJE-130 es cero, mientras que con barraje mixto la derivación aumenta con el retorno: por ejemplo $Q_5 \approx 0.27 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} \approx 0.79 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{25} \approx 1.83 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} \approx 2.81 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} \approx 3.94 \text{ m}^3/\text{s}$, entonces, el barraje permite alcanzar y superar el caudal de demanda o de derivación de $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ en escenarios cercanos a Q_{10} y superiores. Estos resultados fundamentan la viabilidad hidráulica del barraje diseñado y su efecto sobre la disponibilidad de agua para riego en la agricultura.

Palabras clave: Rio Nepeña, Barraje



ABSTRACT

This research seeks to determine the hydraulic parameters of the Nepeña River, carry out the manual design of the mixed dam, and perform a hydraulic analysis of the mixed dam on the Nepeña River using the HEC-RAS 6.6 program, with the aim of increasing the flow to be diverted to the Quillhuay Alto Canal.

The research has a quantitative approach, and the design flow was determined using probability distributions. Next, a topographic survey was conducted to determine the slope of the study area. Based on the aforementioned studies, the manual design of the mixed dam and hydraulic analysis were performed using the HEC-RAS 6.6 program.

The instruments used in the studies are: total station for the topographic survey, AutoCAD, Civil 3D, Hidroesta, Excel spreadsheets, and HEC-RAS 6.6.

The HEC-RAS modeling shows that without damming, the diversion at EJE-130 is zero, while with mixed damming, the diversion increases with the return: for example, $Q_5 = 0.27 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{10} = 0.79 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{25} = 1.83 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{50} = 2.81 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{100} = 3.94 \text{ m}^3/\text{s}$. Therefore, the dam allows the demand or diversion flow of 0.4 m³/s to be reached and exceeded in scenarios close to Q10 and above. These results support the hydraulic feasibility of the designed dam and its effect on the availability of water for agricultural irrigation.

Keywords: Nepeña River, Dam



I. INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Descripción

Figueroa y López (2023) , en su trabajo titulado “**Modelamiento hidráulico en el diseño de una bocatoma de concreto y sus obras de arte, localidad Quirihuac, distrito de Laredo, Trujillo – La Libertad**”, desarrollaron un estudio orientado a validar mediante modelación numérica el diseño hidráulico de una bocatoma y las estructuras que lo conforman para la cuenca del río Moche. El propósito del estudio fue verificar el comportamiento hidráulico de las obras proyectadas frente a avenidas máximas y asegurar la funcionalidad y seguridad de las estructuras ante eventos extremos.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo donde se realizó el estudio hidrológico para la obtención de caudales máximos y análisis de avenidas, seguido del dimensionamiento hidráulico de la bocatoma. Para la verificación se empleó modelación tridimensional mediante herramientas de dinámica de fluidos CFD y ANSYS, complementando los resultados con criterios técnicos y normativos para el diseño estructural e hidráulico de elementos tales como barrajes, canales de aducción y desarenadores.

Los resultados del estudio mostraron caudales máximos significativos utilizados en el diseño, el caudal máximo de verificación es de $574,52 \text{ m}^3/\text{s}$ y permitió comprobar que las geometrías propuestas mantienen velocidades y distribuciones de presión dentro de rangos aceptables para la operación segura de la infraestructura. Asimismo, la modelación tridimensional permitió identificar zonas críticas y ajustar parámetros de diseño para optimizar la respuesta hidráulica ante avenidas extremas.

Como conclusión de la investigación, se afirma que el diseño propuesto de la bocatoma y sus obras de arte es técnicamente viable y está respaldado por la modelación.



Collantes (2025) en su tesis “*Evaluación y diseño de una captación del recurso hídrico en la quebrada Vilcarajra del sector de riego Huaycho, distrito de Huayllán, provincia de Pomabamba, Ancash, Perú 2023*”, tuvo como finalidad evaluar la oferta hídrica y dimensionar una captación que responda a la demanda estimada para las áreas de cultivo.

El autor aplicó un enfoque cuantitativo, recopiló y procesó series hidrometeorológicas disponibles, realizó análisis estadísticos de precipitaciones en 24h y empleó métodos hidrológicos para estimar caudales. Para el dimensionamiento y verificación utilizaron herramientas y softwares como HEC-4, Hydraccess y CROPWAT, además de criterios técnicos y normativos nacionales; se efectuó igualmente el balance oferta-demanda hídrico considerando la geomorfología y características fisiográficas de la cuenca.

Los resultados determinaron un caudal de diseño de $48,99 \text{ m}^3/\text{s}$, valor que sirvió para el dimensionamiento de la captación proyectada. Con base en este análisis, se propuso una configuración de obra de captación que según el estudio satisface la demanda hídrica estimada del sector.

De la investigación, la captación proyectada en la quebrada Vilcarajra constituye una alternativa técnica y potencialmente sostenible para incrementar la disponibilidad hídrica del sector de riego Huaycho.

Castillo (2023), en su trabajo titulado “*Análisis hidráulico 2D con fines de mejoramiento de la bocatoma Raca Rumi en el río Chancay – Lambayeque*”, el objetivo general de la investigación fue evaluar las actuales de operación de la bocatoma Raca Rumi y formular alternativas de mejoramiento en la infraestructura para optimizar su funcionamiento hidráulico.



La metodología de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo y experimental, basada en levantamientos topográficos y batimétricos, información hidrológica, seguida de la generación y calibración de un modelo numérico hidráulico bidimensional (2D) mediante el software IBER, considerando un tiempo de retorno de $Tr = 100$ años; se plantearon y modelaron tres escenarios: situación actual y las dos alternativas de mejoramiento con adición de compuertas y pozas disipadoras en el barraje móvil.

Los resultados demostraron la existencia de zonas críticas de erosión en el barraje móvil y zonas de sedimentación aguas arriba del barraje fijo, además de elevadas velocidades que han provocado deterioro del revestimiento disipador. Las alternativas propuestas mejoraron la capacidad de evacuación hidráulica y la remoción de sedimentos, destacando la alternativa con seis compuertas por su mejor desempeño hidráulico en reducción de tirantes y atenuación de velocidades erosivas.

El estudio resalta que el modelado 2D permitió diagnosticar problemas hidráulicos y proponer soluciones técnicas viables; la alternativa recomendada aumenta la capacidad de evacuación del barraje móvil, reduce la erosión y facilita el lavado de sedimentos.

Ticona (2021), en su tesis titulada “*Análisis comparativo de las metodologías para estimar el caudal ecológico en la bocatoma del Brazo – Cuenca del río Camaná–Majes–Colca. Perú*”, realizó un análisis comparativo entre diversas metodologías hidrológicas para estimar el caudal ecológico en la bocatoma El Brazo y aportar criterios aplicables a la gestión eco hidrológica de la cuenca.

La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, basada en el análisis de una serie histórica de 20 años de caudales de la estación hidrológica de Huatiapa; se aplicaron y compararon múltiples métodos como: Weibull, DCPRH, Tenant o Montana (10%), entre otros, y un método propuesto por el autor, integrando



análisis estadísticos y la consideración de la especie indicadora camarón de río *Cryphiops caementarius*.

El resultado mostro rangos diferentes de caudales ecológicos según la metodología aplicada; no obstante, el método del 10% de Tennant y el método planteado por el autor arrojaron estimaciones coherentes y aplicables a la realidad hidrológica local, permitiendo definir valores de caudal ecológico de referencia que contribuyen a la conservación del hábitat y a la sostenibilidad de la actividad piscícola.

En la tesis se concluye que las metodologías hidrológicas analizadas son prácticas y aplicables para estimar caudales ecológicos en cuencas andinas, también se recomienda el uso de los métodos más representativos (10% y el método propuesto) como guías operativas para la Autoridad Nacional del Agua y para la planificación eco hidrológica en cuencas con características similares.

García y Mozombite (2024), en su trabajo titulado ***“Evaluación del funcionamiento hidráulico de la Bocatoma Chuschuco mediante modelo físico”***, tuvieron como objetivo evaluar el funcionamiento hidráulico de la bocatoma Chuschuco mediante la construcción y experimentación de un modelo físico hidráulico a escala, con la finalidad de establecer criterios de diseño que permitan evitar el desabastecimiento de agua en la ciudad de Tacna.

La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo y experimental, se realizó el levantamiento topográfico con dron y RTK, muestreos de lecho y ensayos de laboratorio, recopilación de series hidrológicas, diseño, calibración de vertederos y canal Parshall y ensayos controlados de caudal para la medición de tirantes, velocidades y patrones de flujo bajo diferentes condiciones y periodos de retorno.



Los resultados mostraron la funcionalidad del modelo físico para validar los cálculos teóricos y cuantificar tirantes y velocidades, se identificaron problemas de sedimentos en la ventana de captación, deficiencias en el barraje fijo y la poza disipadora.

En la investigación se concluye que se debe hacer redimensionamiento y la optimización de parámetros como la ventana de captación, barraje, desarenador y sistemas de disipación. Se señala que los resultados experimentales constituyen una base sólida para establecer criterios de diseño y para la calibración de modelos numéricos que garanticen la captación y reduzcan riesgos de socavación y desabastecimiento.

Quino (2022), en su trabajo titulado “*Diseño hidráulico del canal de infiltración (Amuna) Senega – Tambo en el distrito de San Pedro de Casta, Provincia de Huarochirí*”, desarrolló el diseño hidráulico del canal de infiltración y sus obras conexas con el propósito de recuperar la capacidad de infiltración y contribuir a la recarga de acuíferos en la zona de San Pedro de Casta.

La metodología consistió en reconocimiento y diagnóstico de campo, estudios hidrológicos, topográficos y geológicos, inspecciones geofísicas, procesamiento y análisis de datos, y la aplicación de criterios hidráulicos para el dimensionamiento de la bocatoma, desarenador y canal amunero. El trabajo incluyó cálculos de diseño y estimaciones de infiltración para los tramos rehabilitados.

Entre los resultados se propuso y dimensionó una bocatoma convencional con barraje fijo y se rehabilitaron 607m de canal amunero de sección 0,60x0,40m. Adicionalmente, se estimó que la recuperación de esos 607 m permitiría infiltrar aproximadamente $137,059.8 \text{ m}^3$ de agua al año y se detallaron dimensiones y criterios de diseño para desarenador, vertedero y otras obras conexas.

En la investigación se determina la efectividad de las amunas como infraestructura para la recarga artificial de acuíferos.



1.1.2. *Formulación del Problema*

El aprovechamiento de los recursos hídricos en el sector agrícola merece una atención prioritaria, ya que se emplea una gran cantidad de agua sin un uso adecuado, lo cual limita la productividad y sostenibilidad de las actividades agrícolas. Es entonces indispensable implementar acciones orientadas a optimizar la eficiencia del riego.

En la actualidad, el servicio de agua para riego del Canal Quillhuay Alto está en malas condiciones. Los fenómenos climatológicos extremos, como el ciclón Yaku, han provocado desbordes del río Nepeña, afectando el sistema de captación y en consecuencia el abastecimiento hídrico para los terrenos agrícolas. En el año 2017, durante el Fenómeno del Niño, la infraestructura de riego resultó dañada, la bocatoma fue destruida por el huayco y afectando parte del canal de derivación como también tierras de cultivo.

En este contexto, los agricultores han tenido que recurrir al uso de bombas para transportar agua hacia sus cultivos, lo que representa un esfuerzo adicional y un incremento en los costos operativos en la agricultura. La inspección en campo evidencia que la bocatoma actual está en condiciones deficientes, dado que ya no cuenta con el barraje que elevaba el nivel del agua del río para derivarla adecuadamente hacia el canal de derivación. El barraje estaba protegido con mampostería de piedra, y tenía como objetivo incrementar el nivel del agua para asegurar la captación del caudal a derivar que es de $0.4m^3/s$.

Ante esta problemática, se plantea la necesidad de realizar un análisis hidráulico que permita diseñar y evaluar el barraje para el Canal Quillhuay Alto, con la finalidad de cumplir con el caudal demandado o de derivación, y de esta manera mejorar la calidad del servicio de riego, en consecuencia, se contribuiría a la sostenibilidad y mejora de la producción agrícola.



Ante esta esta situación, nos vemos en la necesidad de plantearnos la siguiente pregunta:

¿Mediante un análisis hidráulico del Barraje en el río Nepeña se incrementa el caudal del canal Quillhuay Alto del distrito Cáceres del Perú?

1.1.2.1. Problema General

¿Cuál es el análisis Hidráulico del Barraje en el río Nepeña para incrementar el caudal del Canal-Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú?

1.1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características hidráulicas del río Nepeña aplicando métodos hidráulicos?
- ¿Cuál es el diseño del barraje mixto de forma manual?
- ¿Cuál es el análisis hidráulico del barraje mixto en el río Nepeña con el Programa HEC-RAS 6.6?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Realizar el Análisis Hidráulico del Barraje en el río Nepeña para incrementar el caudal del Canal-Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú-Santa-Ancash-2024.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características hidráulicas del río Nepeña aplicando métodos hidráulicos.
- Realizar el diseño del barraje mixto de forma manual
- Realizar el análisis hidráulico del barraje mixto en el río Nepeña con el Programa HEC-RAS 6.6.



1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se investigará si el análisis del barraje en el río Nepeña incrementa el caudal del canal Quillhuay alto del distrito Cáceres del Perú.

- **Hipótesis nula (H_0):** No hay relación causal entre el análisis del barraje en el río Nepeña y el incremento del caudal del canal Quillhuay alto del distrito Cáceres del Perú.

$H_0 : \text{Análisis del barraje en el río Nepeña} \nrightarrow \text{Caudal del canal Quillhuay alto}$

- **Hipótesis alternativa (H_1):** El análisis del barraje en el río Nepeña incrementa el caudal del canal Quillhuay alto del distrito Cáceres del Perú.

$H_1 : \text{Análisis del barraje en el río Nepeña} \rightarrow \text{Incrementa el caudal del canal Quillhuay Alto}$

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.4.1. Justificación

Se consideró realizar el análisis hidráulico del barraje para incrementar el caudal del canal Quillhuay Alto; tomando consideraciones técnicas para un adecuado flujo hidráulico, con la finalidad de mejorar la calidad de riego y evitar la pérdida de agua que es muy común. De esta manera se garantizará el uso adecuado del líquido elemental.

El estudio se fundamenta en la teoría de hidráulica de autores como Chow y Mansen, aportando evidencia empírica que conecta parámetros de perfil y geometría del barraje con el comportamiento del resalto y la pérdida o disipación de energía.

La falta de estructura del barraje en la bocatoma ha provocado desabastecimiento y uso de bombeo por agricultores. El diseño evaluado en esta investigación aporta una solución técnica para restaurar la capacidad de derivación por el Canal Quillhuay Alto, con beneficios inmediatos para el riego y la productividad agrícola local.



Metodológicamente la investigación comprende estudios de medición en campo como la topografía, diseño manual sobre cálculos hidráulicos y modelación en HEC-RAS, ofreciendo una metodología replicable para estudios similares. La validación cruzada entre diseño manual y simulación en HEC RAS fortalece la rigurosidad de la investigación.

Se busca mejorar la seguridad hídrica de la comunidad agrícola dependientes del Canal Quillhuay Alto, que reduce costos por bombeo y daños causados por avenidas. El proyecto contribuye al desarrollo rural y la sostenibilidad del recurso hídrico, con impacto directo en la población beneficiada.

1.4.2. Importancia

La presente investigación es crucial para restablecer y optimizar la captación de agua para riego en Quillhuay Alto, contribuyendo a la eficiencia del sistema de abastecimiento agrícola. Además de los beneficios operativos inmediatos como disminución de bombeo y mayor disponibilidad de caudal. La combinación diseño y simulación en HEC RAS eleva la confiabilidad del resultado.



II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacionales

Álvarez et al. (2021), en su trabajo titulado "*Diseño y construcción de una bocatoma de fondo a escala para el laboratorio de hidráulica de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio*"; el objetivo general de la investigación fue diseñar y construir una bocatoma de fondo a escala en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, que sirviera como modelo de enseñanza para la comprensión de los principios de hidráulica aplicada.

La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo y experimental, basada en la recopilación de información técnica de proyectos y manuales hidráulicos, el diseño del prototipo en programas especializados como AutoCAD y SketchUp, y la construcción del modelo a escala con materiales como acero inoxidable y tuberías de PVC. Luego, se efectuaron pruebas de caudal en el laboratorio con el propósito de verificar el comportamiento hidráulico del prototipo y su correspondencia con los cálculos teóricos.

Los resultados demostraron la funcionalidad del modelo, obteniéndose valores de caudal mínimos, medios y máximos de 0.1 L/s , 0.5 L/s y 1.0 L/s , respectivamente. Se observó un comportamiento hidráulico coherente con las condiciones de diseño, permitiendo visualizar la captación del agua a través de la rejilla y el canal de aducción.

Como conclusión, los autores resaltaron que la bocatoma de fondo a escala constituye una herramienta pedagógica eficaz que facilita la comprensión del funcionamiento real de este tipo de estructuras, promoviendo el aprendizaje significativo de los conceptos teóricos de hidráulica y acueductos. Además, el estudio contribuye al fortalecimiento de las competencias profesionales de los futuros ingenieros civiles al vincular el conocimiento teórico con la práctica experimental.



Pullotasig y Taipe (2025), en su proyecto de investigación "**Diseño de Bocatoma lateral para la comunidad Virgen de Guadalupe**"; el objetivo principal fue diseñar un sistema de bocatoma lateral para la comunidad “Virgen de Guadalupe”, para enfrentar la escasez del agua y mejora del recurso hídrico, asimismo, la estructura hidráulica permite realizar un mejor reparto equitativo del agua para el campo de la agricultura.

En la investigación emplearon una metodología con un enfoque mixto y aplicado. El estudio se basó en la recopilación de información técnica, así como en datos de campo. El diseño fue desarrollado mediante programas como AutoCAD y Excel, con el propósito de modelar el comportamiento del flujo y determinar las dimensiones óptimas de los elementos estructurales de la bocatoma.

Como resultados se obtuvo que el área sobre la cresta del barraje de $1.14m^2$, la velocidad sobre la misma alcanzo los $4.73m/s$, la altura máxima del resalto hidráulico es $0.73m$ y la longitud de la poza del resalto es de $3m$, esta medida obtenida en la investigación es la más adecuada para dar forma al resalto hidráulico en el punto de interés.

En la investigación se concluye que el diseño realizado de la infraestructura de la captación lateral es posible implementarlo en la comunidad y de esta se aproveche el recurso hídrico como también se asegure a largo plazo.

2.1.2. Nacionales

Toribio y Toribio (2021) en su trabajo titulado "**Influencia de tipos de perfil de barraje en el resalto hidráulico mediante modelos físico y numérico**"; el objetivo general de la investigación fue determinar la influencia que ejercen distintos perfiles geométricos de barraje (Wes, Ogee e Indio) sobre la formación, características y estabilidad del resalto hidráulico, con la finalidad de establecer criterios de selección de perfil aplicables al diseño de vertederos y estructuras disipadoras de energía.



La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo y experimental complementado con modelación numérica. Se construyeron modelos físicos a escala de los tres perfiles en el laboratorio de hidráulica, reproduciendo las geometrías mediante planos y modelos en SketchUp; se instalaron en un canal de ensayo y se midieron tirantes y velocidades en varios puntos de control (incluyendo mediciones a 20 cm del perfil) bajo distintos caudales de ensayo. Paralelamente se desarrollaron modelos numéricos en Flow-3D configurando mallado y condiciones de contorno equivalentes a las del laboratorio; los datos experimentales fueron analizados estadísticamente (medias, varianza, ANOVA y ajuste de curvas) y comparados con las salidas numéricas para validar los resultados.

Los resultados demostraron diferencias sistemáticas entre perfiles: el perfil Wes presentó, en las condiciones experimentales, una longitud de resalto más reducida y una disipación de energía más homogénea; los perfiles Ogee e Indio mostraron mayores zonas de recirculación y, en ciertos regímenes de caudal, un desplazamiento más largo del resalto. Las simulaciones numéricas reprodujeron las tendencias observadas en laboratorio (distribución espacial de velocidades y zonas turbulentas), lo que permitió validar la modelación numérica como herramienta complementaria para el diseño.

Como conclusión de la investigación, la geometría del barraje condiciona de manera determinante la configuración y estabilidad del resalto hidráulico, por lo que la elección del perfil debe hacerse en función del objetivo (minimizar longitud del resalto, reducir recirculación, proteger el lecho aguas abajo) y de las condiciones locales de caudal y escala de la obra. Asimismo, concluyeron que la combinación de modelos físicos y numéricos es una estrategia válida para evaluar alternativas de diseño, recomendando en trabajos futuros la incorporación de instrumentación de mayor resolución y ensayos a mayor escala para confirmar la transferencia de resultados a proyectos reales.



Cárdenas (2023) en su trabajo titulado “*Análisis hidrológico y mejoramiento hidráulico-estructural del sistema de riego Yanacollpa de la comunidad de Suero y Cama, provincia de Espinar, departamento de Cusco*”; el objetivo general de la investigación fue elaborar el diseño de una bocatoma y proponer mejoras hidráulico-estructurales al sistema de riego Yanacollpa, garantizando un abastecimiento hídrico eficiente y sostenido para los cultivos locales mediante un análisis hidrológico riguroso y el dimensionamiento hidro-estructural de las obras.

La metodología fue mixto y aplicado. En la fase hidrológica se partió del registro de precipitación máxima en 24h (P_{max} 24h) suministrado por SENAMHI; la lluvia se distribuyó en una tormenta de 5h subdividida en intervalos de 10 minutos y se aplicaron tres métodos de diseño de precipitación (IILA-SENAMHI, SCS y Dick Peaschke). Con los hietogramas generados se realizaron simulaciones en HEC-HMS para determinar caudales de diseño bajo distintos supuestos. Luego, se efectuó un balance hídrico y cálculo de la demanda (ET_c y necesidades de riego) para la cédula de cultivo seleccionada; con esos insumos se procedió al dimensionamiento hidráulico y estructural de la bocatoma (azud, barraje móvil, ventana de captación, desripiador, transición y canal de derivación).

Los resultados permitieron obtener hietogramas comparativos y una tabla de caudales de diseño derivada de las tres metodologías, lo que mostró la sensibilidad del caudal de diseño frente al método hidrológico escogido. A partir de HEC-HMS se seleccionó un caudal de diseño representativo que, combinado con el balance hídrico, permitió determinar el caudal de riego requerido para satisfacer la demanda durante el ciclo vegetativo. Se entregó un diseño detallado de la bocatoma (dimensiones del azud y barraje móvil, ventana de captación, desarenador, longitud de poza disipadora,



dentellones y secciones recomendadas para el canal) y un plan de programación y mantenimiento del sistema.

Como conclusión, la integración de análisis hidrológicos con simulación en HEC-HMS y el balance hídrico permite definir caudales de diseño y dimensionar estructuras de captación acordes a la demanda real. La propuesta de mejoramiento de la bocatoma mixta con barraje móvil, desripiador y canal, contribuye a reducir problemas de sedimentación y obstrucción, mejorar la eficiencia de captación y aumentar la disponibilidad hídrica para riego.

2.1.3. Locales

Cornelio (2022), en su tesis ***“Propuesta de rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará con fines de riego para los sectores Purhuay – Ampu – Marcará – Carhuaz – Áncash-2020”***, cuyo objetivo era rediseñar los parámetros hidráulicos de la bocatoma Allpa Rumi con el fin de garantizar el abastecimiento hídrico de la superficie de riego proyectada (240.00ha) en la zona de influencia, asegurando un caudal de riego estable en el mes crítico y reduciendo riesgos de falla por avenidas excepcionales.

La metodología de la investigación fue cuantitativa y aplicada, comprendió levantamientos topográficos y mediciones de campo, para caracterizar el cauce, estudio agronómico, para estimar la demanda hídrica, y análisis hidrológico mediante procesamiento de series pluviométricas y regionalización de caudales. Se realizó modelamiento hidráulico en gabinete para el dimensionamiento de elementos estructurales (ventana de captación, barraje, poza disipadora, enrocados y solados) y se contrastaron los resultados con criterios técnicos y normativos vigentes, incorporando verificaciones de seguridad y estabilidad.



Los resultados que se obtuvo la investigación son, demanda hídrica crítica cuyo valor fue de $Q_d = 0.153 \text{ m}^3/\text{s}$ y una oferta disponible $Q = 0.155 \text{ m}^3/\text{s}$ para las 240.00ha proyectadas; además, el caudal máximo estimado fue $Q_{\max} \approx 65.389 \text{ m}^3/\text{s}$, ($TR \approx 50 \text{ años}$). Con estos parámetros se propusieron dimensiones concretas para la bocatoma (ventana de captación $0.80 \times 0.30\text{m}$; compuerta móvil $3.00 \times 3.00 \text{ m}$; barraje $L_{bf} = 16.20 \text{ m}$; poza disipadora $L_p = 10.50 \text{ m}$; enrocado $L_e = 9.00 \text{ m}$, entre otros), que permiten cumplir requisitos de captación y disipación considerando condiciones de diseño y márgenes de seguridad.

De la investigación se concluye, el rediseño propuesto satisface la demanda hídrica proyectada y mejora aspectos estructurales y de disipación respecto a la bocatoma existente, y cuya variación de dimensiones con la que se diseño es de 4%. Este sobredimensionamiento se debe principalmente a que la construcción de la bocatoma en un inicio tenia otro fin que era el de Piscigranja y no con el objetivo de captar agua para el riego de cultivo.

Trujillo (2022), en su tesis titulado “*Modelación hidráulica bidimensional de la bocatoma del río Llullán, distrito Caraz, provincia Huaylas, región Áncash*”, donde el objetivo general fue el de plantear y aplicar la modelación hidráulica bidimensional para evaluar el comportamiento de la bocatoma ante avenidas extremas, con el propósito de identificar elementos críticos de diseño y proponer ajustes que aumenten la seguridad hidráulica de la estructura.

La metodología empleada en la investigación tiene un enfoque cuantitativo, incluyó análisis hidrológico para la generación de hidrogramas de diseño (uso de HEC-HMS con método de Snyder y SCS, elaboración de curvas IDF e hietogramas para periodos de retorno hasta 100 años) y luego se realizó la modelación hidráulica bidimensional con Iber. La metodología contempló calibración del coeficiente de



Manning con mediciones de campo, realización de simulaciones para escenarios extremos y evaluación comparativa de tirantes, velocidades y elementos disipadores.

Los resultados que se obtuvieron para un periodo de retorno de TR = 100 años, hidrograma con $Q_{máx} \approx 135.40 m^3/s$; el modelado 2D mostró tirantes máximos aguas arriba del barraje entre 2.93 y 3.19 m, velocidades en el colchón disipador entre 8.15 y 9.70 m/s y velocidades en el canal de limpia entre 4.40 y 4.81 m/s. El análisis evidenció que algunos elementos del diseño original no cumplen las recomendaciones técnicas (poza disipadora de espesor insuficiente, canal de limpia demasiado estrecho y ventana de captación con altura inadecuada), lo que pone en evidencia la necesidad de ajustes estructurales.

Se concluye que la modelación hidráulica bidimensional permitió identificar de forma clara los elementos que requieren rediseño y refuerzo (aumentar espesor y profundidad de la poza disipadora, ensanchar el canal de limpia y elevar la ventana de captación); además, se recomienda instalar instrumentación pluviométrica e hidrométrica para mejorar futuras calibraciones y adoptar medidas de control de sedimentos en las quebradas aportantes para reducir riesgos y prolongar la vida útil de la bocatoma.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Rio Nepeña

2.2.1.1. Introducción

“La disponibilidad de agua en la cuenca del río Nepeña, no es diferente a la mayoría de situaciones vividas en la costa peruana, incluyendo una demanda hídrica es cada vez mayor, principalmente en el sector agrario.” (Tuñóque Flores, p. 7)



2.2.1.2. Calidad del agua

“La calidad del agua es un constituyente de gran importante al momento de valorar el desarrollo sostenible de una determinada zona. En los últimos años, el creciente interés por su medición se ha puesto de manifiesto en diversos estudios” (Bemonte et, p.7)

“Mientras el agua se mueva en forma consistente con su ciclo hidrológico el término gestión del agua cubre una gran variedad de actividades y disciplinas que en general se pueden dividir en tres categorías: gestión del recurso, gestión de los servicios, y gestión de la oferta y la demanda” (Martín, p.8)

2.2.1.3. El río y la agricultura

“La mayor parte del agua del río se destina a la agricultura, y es utilizada para irrigar los cultivos. La relación directa entre recursos hídricos y producción de alimentos es crítica por tanto para una población humana en constante crecimiento. La irrigación absorbe hasta el 90% de los recursos hídricos de algunos países en desarrollo” (Ibañez, 2014, p. 13)

2.2.1.4. Obras ribereñas

“Son medidas adoptadas para evitar problemas derivados de la acción erosiva del agua. Entre las medidas de prevención y control se encuentran medidas agronómicas y estructurales” (Ríos, 2018, p. 35)

“Está orientado a proporcionar protección a las áreas de cultivo y a la población del centro poblado la Huaca emplazadas a la margen derecha del río Nepeña así también dar protección a la carretera Panamericana Norte” (Otiniano y Cielo, 2016, p.1).

2.2.2. Barraje

“El barraje es una presa elaborada por medio del río con el objetivo de subir el nivel del agua, su altitud debe permitir una carga de agua necesaria en la toma. Ello va en

vista de la seguridad de la entrada de flujos de agua, siempre que se reconozca el menoscabo de cargas que se generan en los muros, rejillas y compuertas de la toma. Por tal razón, su operatividad se debe al correcto funcionamiento de la bocatoma” (Villavicencio et al., 2021, p. 21).

Figura 1

Bocatoma la Achirana



Nota. La figura representa la estructura de una bocatoma, en la que se observa el baraje como elemento principal de regulación del caudal, junto con sus componentes hidráulicos asociados. Adaptado de *Diseño de Obras de Captación* (p. 31), por García Naranjo Bustos M.E, s.f., Pontificia Universidad Católica del Perú.

2.2.2.1. Tipos de barraje

a. Barraje fijo

“Las bocatomas de barraje fijo son aquellas que tienen una presa sólida, para levantar el tirante frente a las compuertas de captación. Esta solución es posible cuando el régimen del río es uniforme y la capacidad de captación de la toma es menor que la descarga promedio del río, por lo que no es necesario ninguna regulación, ya que el exceso de agua pasara encima de la presa” (Velásquez, s.f., p. 5).

b. *Barraje móvil*

“En este tipo de barraje se consigue la retención del caudal y elevación del tirante mediante el cierre del curso del río por un sistema de compuertas sostenidas en un conjunto de pilares y adosadas en sus extremos a los muros de contención. Es conveniente esta solución cuando el caudal de la captación es igual o mayor de la descarga promedio del río o cuando la velocidad de flujo no es alta debido a la pequeña pendiente del curso del río. Como consecuencia el transporte de sólidos es pequeño y no afecta mayormente al sistema de compuertas. Las compuertas pueden ser radiales o deslizantes” (Velásquez, s.f., p. 6).

c. *Barraje mixto*

“Tienen una parte de la presa integrada por una estructura sólida (Barraje fijo) y una parte integrada por compuertas sustentadas en pilares (Barraje móvil). La parte móvil tiene en ciertos casos muros guías o separadores del barraje fijo que forma un canal denominado de limpia y un segundo canal separado por un vertedero de rebose lateral que sirve para eliminar las gravas llamado también desempedradores” (Velásquez, s.f., p. 7).

Figura 2

Bocatoma Yapatera - Chulucanas



Nota. La figura muestra una bocatoma, en la que se observa el barraje fijo, móvil y que ambos crean el de tipo mixto, asimismo, se muestra el canal de derivación, compuerta y canal de limpia y ventana de captación. Adaptado de *Diseño de Obras de Captación* (p. 30), por García Naranjo Bustos M.E, s.f., Pontificia Universidad Católica del Perú.

2.2.2.2. Diseño hidráulico

a. Ancho de encauzamiento (B) del río

Distancia transversal al cauce del río, donde se controla o se restringe el agua mediante muros e encauzamiento, espigones, enrocados o diques, es decir, es el ancho efectivo para el paso del caudal máximo de diseño para cierto periodo de retorno (Tr).

Figura 3

Bocatoma San José – Porridre, Puno



Nota. La figura representa una bocatoma, donde se precisa el ancho de encauzamiento del río. Adaptado de *Diseño de Obras de Captación* (p. 17), por García Naranjo Bustos M.E, s.f., Pontificia Universidad Católica del Perú.

Según Mendizábal (2022) la dimensión del ancho del río se puede determinar mediante las siguientes formulas establecidas por:



– Altunin

$$B = \frac{a * Q^{\frac{1}{2}}}{S^2}$$

Ecuación 1: Fórmula de Altunin

Donde:

a = Parámetro según la zona y condición del cauce

Q ($\frac{m^3}{s}$) = Caudal máximo de diseño; para cierto periodo de retorno

S = Pendiente del río ; y en el punto de análisis

Tabla 1

Valores del parámetro “a”

Zona de río en condición de cauce	Número de Froude	Parámetro “a”	
		Orillas de difícil erosión (material muy cohesivo, rocas canto)	Orillas erosionables (material sin cohesión, aluvial)
Zona alta de montaña, cauce rocoso cubierto de piedras.	1	0.5	0.75
Zona de montaña, cauce formado con cantos rodados, boleos y guijarros.	1.0 – 0.5	0.75	0.9
Zona en las faldas de montaña. llegada de río al valle, cauce formado por arena gruesa, media y fina. Corriente tranquila.	0.5 – 0.2	0.9	1.0



Zona intermedia, cauce formado por arena gruesa, media y fina. Corriente tranquila.	0.2 – 0.04	1.0	1.10
Río caudaloso.	0.2 – 0.04	1.10	1.30
Río poco caudaloso.	0.3 – 0.2	1.30	1.70

Nota. La tabla representa los valores que puede tomar el parámetro “a” según la condición del cauce del río que se analice, así como también depende del nivel de erosión que presenta. Adaptado de *EFICIENCIA EN EL MODELAMIENTO PARA LOS PROCESOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMAS TIPO BARRAJE APLICADO AL RIO CUTIMBO – PUNO* (p. 14), por Mendizábal Catacora, W. P., 2022, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

– **Petit**

$$B = 2.45 * Q^{1/2}$$

Ecuación 2: Fórmula de Petit

Donde:

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = \text{Caudal máximo de diseño; para cierto periodo de retorno}$$

b. Coeficiente de Rugosidad

Según Chow (2004), dado que hay muchas variables que pueden distorsionar el valor del coeficiente de rugosidad, Cowan creo un método para hallar su valor.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * n_5$$

Ecuación 3. Fórmula de Cowan

Donde:

n_0 = Material involucrado



n_1 = Grado de irregularidad

n_2 = Variaciones de la sección transversal

n_3 = Efecto relativo de las obstrucciones

n_4 = Vegetación

n_5 = Grado de los efectos por meandros

Tabla 2

Variables para determinar el coeficiente de rugosidad

	Condición de canal	Valores
Material involucrado	Tierra	0.02
	Roca cortada	0.025
	Grava fina	n_0 0.024
	Grava gruesa	0.028
Grado de Irregularidad	Suave	0.00
	Menor	0.005
	Moderado	n_1 0.01
	Severo	0.02
Variaciones de la sección transversal del canal	Gradual	0.000
	Ocasionalmente alternante	n_2 0.005
	Frecuentemente alternante	0.0010 – 0.0015
	Insignificante	0.00
Efectivo relativo de obstrucciones	Menor	0.0010 – 0.0015
	Apreciable	n_3 0.020 – 0.030
	Severo	0.040 – 0.060
	Baja	0.005 – 0.010
Vegetación	Media	0.010 – 0.025
	Alta	n_4 0.025 – 0.050
	Muy Alta	0.050 – 0.100
	Menor	1.00
Cantidad de meandros	Apreciable	n_5 1.15
	Severo	1.30

Nota. La tabla muestra los posibles valores que pueden tomar las variables de la fórmula de Cowan, dependiendo de la condición del canal o cauce. Adaptado de *Hidráulica de canales abiertos* (p. 105), por Chow, V. T., 2004, Nomos S. A.

c. Ventana de captación

La ventana de captación controla el ingreso del caudal a derivar y se ubica en el muro de encauzamiento.

Figura 4

Ventana de captación



Nota. La figura evidencia las ventanas de una captación, donde se visualiza las rejillas y separadores de ventana. Adaptado de *Diseño de Obras de Captación* (p. 57), por Garcia Naranjo Bustos M.E, s.f., Pontificia Universidad Católica del Perú.

– Altura del umbral del orificio (h_0)

Mansen (s.f.) recomienda que el valor de la medida sea mayor o igual a 0.60m, para no permitir que ingrese materiales de arrastre.

$$h_0 \geq 0.60$$



Ecuación 4: *Valor del umbral del orificio*

- **Altura de la ventana de captación (h)**

$$Q_d = C * L * h^{3/2}$$

Ecuación 5: *Fórmula para hallar la altura de la ventana de captación*

Donde:

$$Q_d (\text{m}^3/\text{s}) = \text{Caudal a derivar}$$

$$C = \text{Coeficiente de descarga}, C = 1.84$$

$$L(m) = \text{Longitud o ancho de la ventana}$$

Garcia (s.f.) indica que la relación entre el largo (L) y alto (h) de la ventana varía desde 3 a 4.

- **Largo o ancho de la ventana de captación (L)**

$$L = 3h \text{ o } 4h$$

Ecuación 6: *Fórmula para hallar el ancho o largo de la ventana*

Donde:

$$h(m) = \text{Altura de la ventana de captación}$$

- **Altura sobre la ventana de captación (b)**

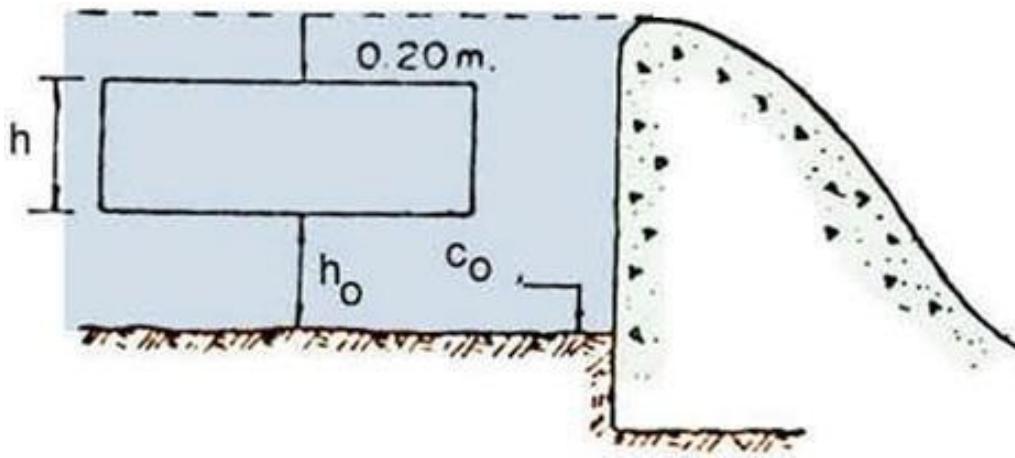
Garcia (s.f.) establece que (b) puede tomar el valor de 0.20m para evitar efectos por oleaje, como también para poder subsanar el hecho de haber tomado coeficientes imprecisos.

$$b = 0.20m$$

Ecuación 7: *Valor de la altura sobre la ventana de captación*

Figura 5

Representación de h_0 , h y b en la ventana de captación



Nota. La figura representa las acotaciones de la altura del umbral del orificio (h_0), altura de la ventana (h) y altura sobre la misma (b), asimismo se presenta el barraje fijo.

Adaptado de *DISEÑO DE BOCATOMAS* (p. 28), por Mansen Valderrama A., s.f., Universidad Nacional de Ingeniería.

– Carga de agua sobre el barraje (H)

El valor de la altura de diseño ($H_d = H$), excluida la altura de velocidad del flujo de aproximación se obtiene por:

$$Q = CLH^{3/2}$$

Ecuación 8: Fórmula para hallar H_e

Donde:

C = Coeficiente de descarga

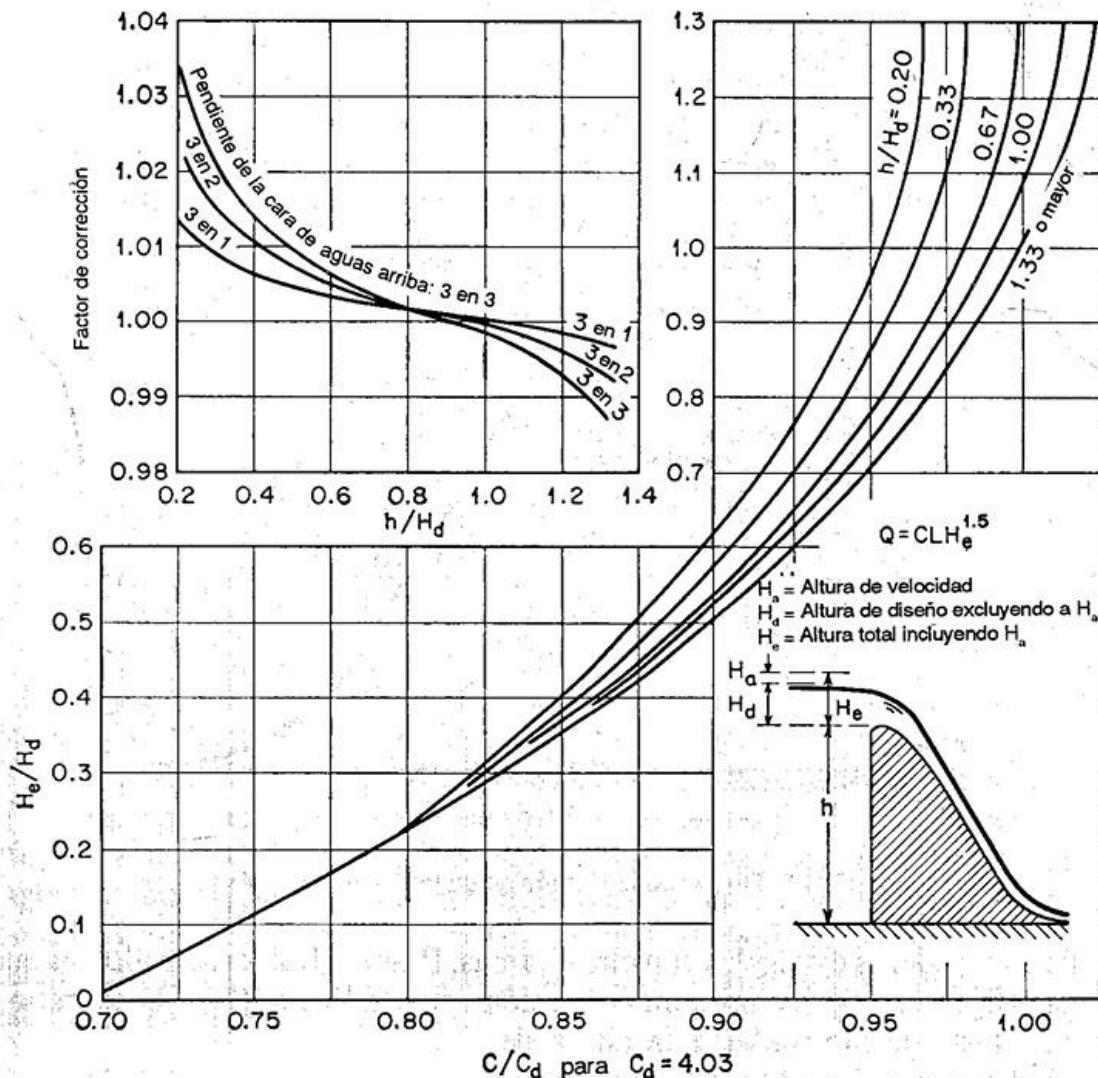
$L(m)$ = Longitud del barrage

$$H_e(m) = H_d + H_a, H_d = H$$

Donde H_d es la altura de diseño excluyendo H_a , y H_a es la altura de velocidad

Figura 6

Relación Altura – Caudal, formas estándares del perfil del barraje



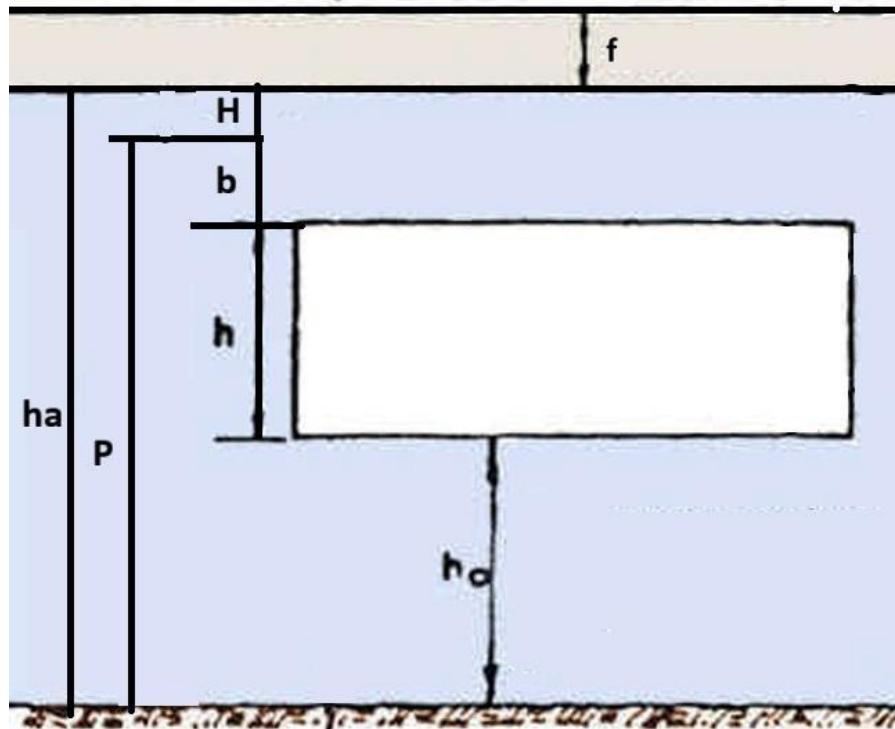
Nota. La figura presenta las cotas de la altura de velocidad (H_a) y la altura de diseño excluyendo a H_a que se representa con H_d , y donde la suma de ambos es H_e . Asimismo, se precisa el valor de C_d igual a 4.03 en el sistema inglés y en el sistema métrico es 2.23.

Tomado de *Hidráulica de canales abiertos* (p. 359), por Chow V.T., 2004, Nomos S. A.

d. Borde libre (f)

Figura 7

Muro de encauzamiento acotado con h_0 , h , b , H y f



Nota. La figura indica las acotaciones de la altura del umbral del orificio (h_0), altura de la ventana (h), altura sobre misma (b), carga de agua sobre la cresta del barraje (H); el borde libre (f), asimismo, se indica el valor de la altura del barraje finjo (P), el cual es la suma de h_0 , h y b . Además, se muestra el nivel para una máxima avenida y se representa con (h_a). Adaptado de *DISEÑO DE BOCATOMAS* (p. 40), por Mansen Valderrama A., s.f., Universidad Nacional de Ingeniería.

$$f = 0.20 * h_a$$

Ecuación 9: Fórmula de borde libre

Donde:

$$h_a(m) = \sum h_0 + h + b + H, \text{ donde } H = He$$

e. Barraje

– Altura del barraje fijo

“La altura del barraje asegura la derivación del caudal desde el cauce del río, y permite el paso de excedentes por sobre de la cresta” (Julon, 2019, p. 9).

$$P = h_0 + h + b$$

Ecuación 10: Fórmula para hallar la altura del barraje

Donde:

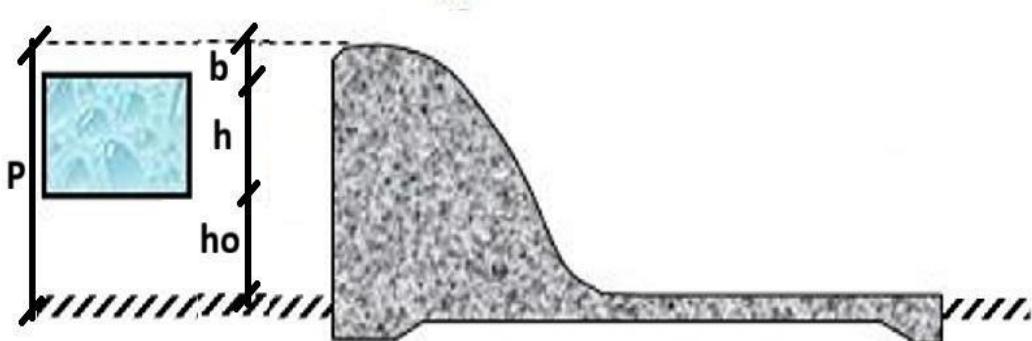
$h_0(m)$ = Altura del umbral del orificio

$h(m)$ = Altura de la ventana de captación

b = Altura sobre la ventana de captación

Figura 8

Altura de barraje



Nota. La figura representa la medida de la altura del barraje fijo (P), y es la suma de la altura del umbral del orificio (h_0), altura de la ventana (h) y altura sobre misma (b).

Adaptado de *Diseño de la bocatoma y canal de derivación de Pueblo Escondido, sector Marripón, distrito de Motupe, provincia y departamento de Lambayeque 2017* (p. 10), por Julon Cabrera J., 2019, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

– Longitud del barraje fijo y móvil

“El barraje móvil está compuesto por las compuertas de limpia que tendrán la capacidad de permitir el discurrimiento de las partículas que transporta el río, o realiza maniobras durante los máximos o mínimos caudales que presente el río. El barraje fijo permite embalsar el agua hasta una altura determinada y captar el agua. El área de la compuerta de limpia, está en la relación de 1/10 del área atajada por el aliviadero.” (Julon, 2019, p. 10)

$$A_1 = \frac{A_2}{10}$$

Según Mansen (s.f) la dimensión del ancho del barraje móvil (L_{bm}) debe ser:

$$L_{bm} = 5m \text{ o } L_{mb} = 5k$$

Ecuación 11: Fórmula para hallar el ancho del canal de limpia

Figura 9

Bocatoma La Tranca



Nota. La figura presenta una bocatoma donde se aprecia tanto el barraje fijo y móvil, asimismo, se muestra las compuertas y pilares de separación entre las mismas como también con el barraje fijo. Adaptado de *Diseño de Obras de Captación* (p. 35), por García Naranjo Bustos M.E, s.f., Pontificia Universidad Católica del Perú.



– Forma de la cresta del barraje fijo

“La forma del perfil del barraje consiste de una cresta de control de pared gruesa, el perfil se parece a una lámina ventilada que vierte libremente sobre la cresta, esto posibilita lograr un mejor coeficiente de descarga y garantizar la estabilidad estructural mediante el peso del concreto utilizado en el cuerpo de la obra. El cimacio es una parte de control, durante las descargas puede funcionar controlada o libre. Para la descarga libre se omite componentes adicionales para controlar las descargas, y el vertido ocurre libremente sobre la cresta” (Julon, 2019, p. 14).

“El caudal vertido por un cimacio y la carga de la cresta son variables, depende de la cantidad de agua excedente que se desea expulsar del barraje, pero el perfil del cimacio puede ajustarse óptimamente a la lámina vertiente que se define a un solo caudal, y funciona con mayor o menor eficiencia en distintas situaciones de operación.” (Julon, 2019, p. 14)

Para algunos especialistas: “Se considera que los ejes se ubican en la parte superior de la cresta, la parte aguas arriba del origen se determina como una curva simple y una tangente o una curva circular compuesta; la porción ubicada aguas abajo se determina por la fórmula:”

Según Chow (2004) la forma de la cresta del barraje fijo aguas abajo del punto de origen se determina con:

$$X^n = K * H_d^{\eta-1} * Y$$

Ecuación 12: Fórmula para determinar el perfil aguas abajo del punto de origen

Donde:

K, n = Parámetro que dependen de la pendiente de la cara aguas arriba

X, Y = Coordenadas del perfil, cuyo orígen es el punto más alto

H_d = Altura de diseño excluida la altura de velocidad del flujo aprox.

Tabla 3

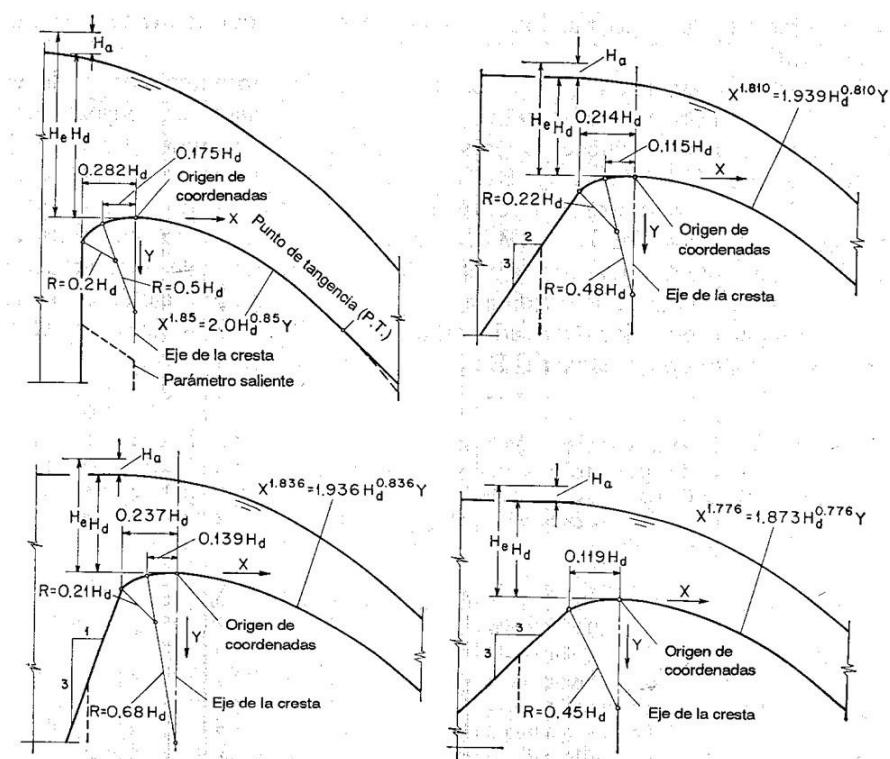
Valores de K y n según la pendiente de la cara

Pendiente de la cara de aguas arriba	K	n
Vertical	2.000	1.850
3 en 1	1.936	1.836
3 en 2	1.939	1.810
3 en 3	1.873	1.776

Nota. La tabla muestra los valores que pueden tomar los parámetros K y n , según la pendiente de la cara del barraje aguas arriba del punto de origen de coordenadas o punto más alto de la cresta del barraje fijo. Adaptado de *Hidráulica de canales abiertos* (p. 357), por Chow V.T., 2004, Nomos S. A.

Figura 10

Formas estándares del perfil del barraje fijo



Nota. La figura representa las formas del perfil del barraje que se puede diseñar, en base a la pendiente de la cara aguas arriba del punto de origen de coordenadas, asimismo, en cada forma se indica las fórmulas que gobiernan el trazo de las curvas. Tomado de *Hidráulica de canales abiertos* (p. 357), por Chow V.T., 2004, Nomos S. A..

El valor de la altura de diseño excluida la altura de velocidad del flujo de aproximación se obtiene por:

$$Q = CLH_e^{3/2}$$

Ecuación 13: Fórmula para hallar H_d

Donde:

C = Coeficiente de descarga

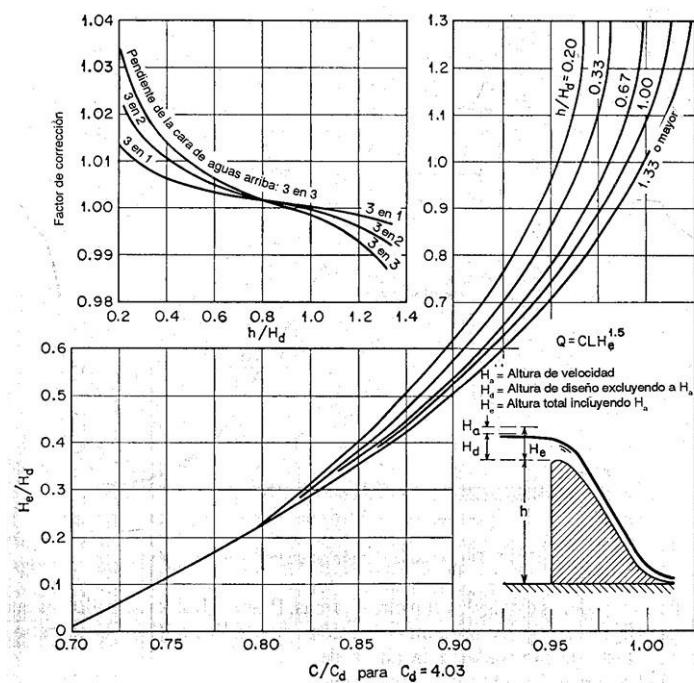
$L(m)$ = Longitud del barrage

$$H_e(m) = H_d + H_a$$

Donde H_d es la altura de diseño excluyendo H_a , y H_a es la altura de velocidad

Figura 11

Relación Altura – Caudal, formas estándares del perfil del barraje



Nota. La figura presenta las cotas de la altura de velocidad (H_a) y la altura de diseño excluyendo a H_a que se representa con H_d , y donde la suma de ambos es H_e . Asimismo, se precisa el valor de C_d igual a 4.03 en pies y que metros es de 2.22. Tomado de *Hidráulica de canales abiertos* (p. 359), por Chow V.T., 2004, Nomos S. A.

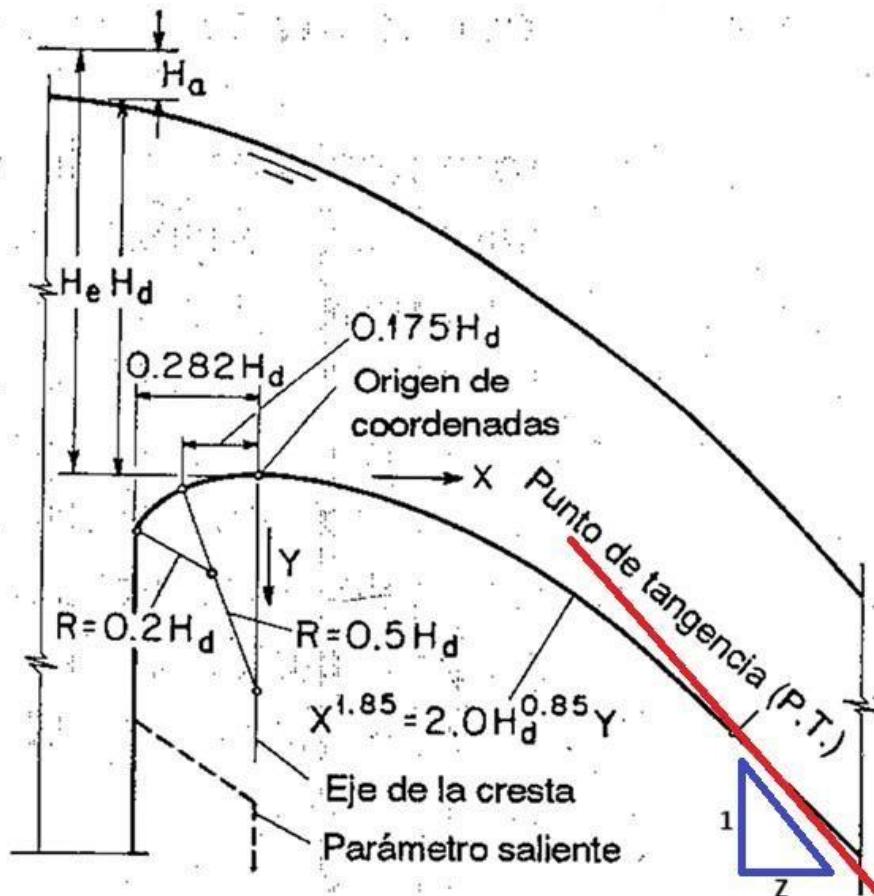
– Punto de unión entre el perfil y el colchón disipador

“Para calcular este empalme se deriva la expresión que define el perfil del cimacio, se obtiene la pendiente de la recta que define el punto de tangencia” (Julon, 2019, p. 15).

Se recomienda que el valor del talud (Z) se encuentre desde 0.6 a 0.8.

Figura 12:

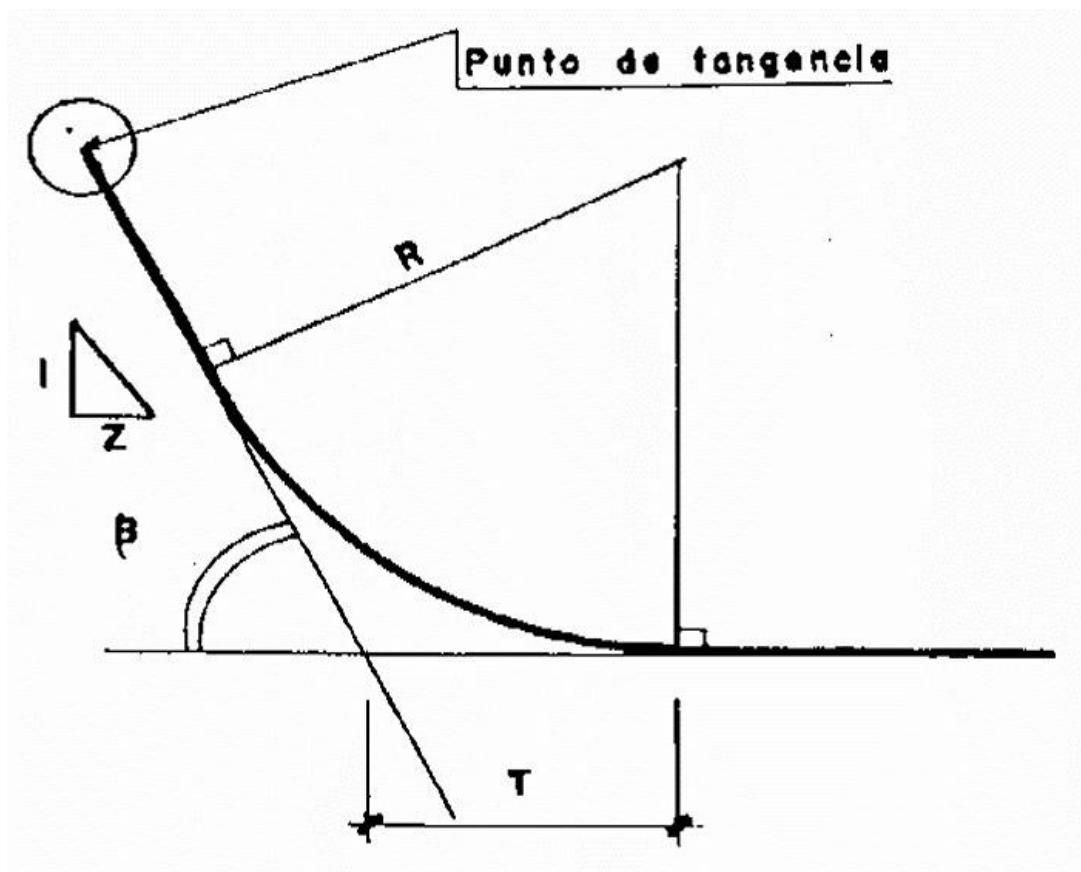
Punto de tangencia (P.T.)



Nota. La figura indica la forma del perfil del barraje con el punto de tangencia, donde se une el barraje al colchón disipador. Adaptado de *Hidráulica de canales abiertos* (p. 357), por Chow V.T., 2004, Nomos S. A.

Figura 13:

Radio de unión y punto de tangencia (P.T.)



Nota. La figura representa gráficamente el trazo del radio de curvatura que permite unir la cresta del barraje y el colchón disipador, esta unión empieza en el punto de tangencia (P.T.). Tomado de *DISEÑO DE BARRAJES EN RIOS* (p. 18), por Velásquez Bejarano T., s.f., UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

Velásquez indica que el valor del radio de curvatura y T se determina por:

$$R = 0.5H_d \text{ a } 2H_d$$



Ecuación 14: Fórmula para hallar el radio de curvatura

Donde:

H_d = Carga de agua sobre la cresta del barraje

$$T = R * \tan\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Ecuación 15: Fórmula para hallar el valor de T

Donde el valor de β es el ángulo que se forma entre la horizontal y la recta tangente a la curva que define la forma de la cresta del barraje fijo.

f. Colchón disipador

La bocatoma tiene varios elementos como, el muro de encauzamiento, barraje fijo y móvil, ventana de captación y colchón disipador, respecto a este último Mansen (s.f.) señala:

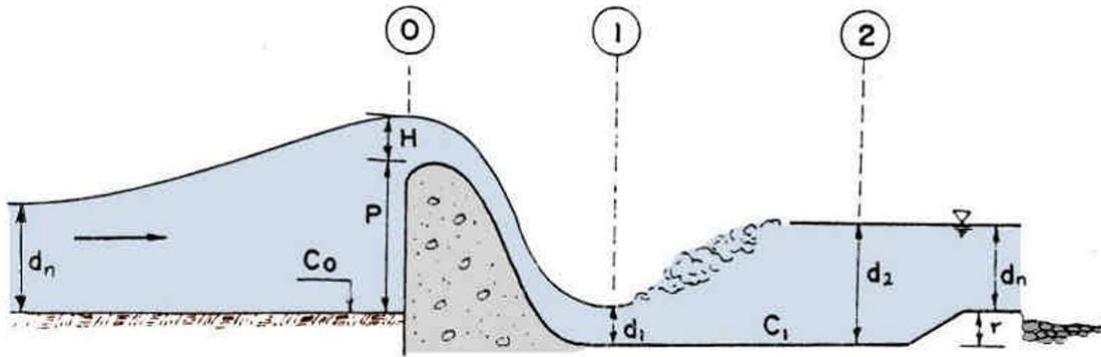
Debido a la colocación del barraje vertedero en el cauce del río se genera un incremento de energía potencial que, al momento de verter el agua por encima del barraje se transforma en energía cinética que causa erosión y por lo erosivo se construyen estructuras de disipación, conocidas como: solados (apron), colchón disipador (stilling basin), etc., que buscan o tienen por objetivo formar un salto hidráulico que logra disipar la energía cinética ganada por el barraje vertedero. (p.

29)

- Tirantes conjugados d_1 y d_2

Figura 14

Resalto hidráulico



Nota. La figura muestra la acotación de los parámetros hidráulicos, estos son el resultado de un resalto hidráulico que tiene por origen la profundidad (r) del colchón disipador, así como también de la longitud del mismo. Tomado de *DISEÑO DE BOCATOMAS* (p. 29), por Mansen Valderrama A., s.f., Universidad Nacional de Ingeniería.

Por Bernoulli:

$$E_0 = E_1 + hf_{0-1}$$

Donde:

$$E_0 = C_0 + P + H + \frac{V_H^2}{2g}$$

$$E_1 = C_1 + d_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Sabiendo que $hf_{0-1} = 0.1 * \frac{V_H^2}{2g}$, y despejando V_1 se tiene:

$$V_1 = \sqrt{2g(r + P + H - d_1 + 0.9 * \frac{V_H^2}{2g})}$$



Ecuación 16: Fórmula para hallar la velocidad en el eje 1 y d_1

Donde:

g = Gravedad

r = Profundidad del colchón disipador

P = Altura del barraje

H = Altura de lámina vertiente o carga de agua sobre el barraje

d_1 = Tirante conjudo menor en el eje 1

V_H = Velocidad en la cresta el barraje (eje 0)

Las variables que se conocen en la “Fórmula para hallar la velocidad en 1 y d_1 ” son la gravedad, altura del barraje (P), carga de agua (H) y la velocidad en el eje 0 (V_H), esta última se determina por la ecuación de continuidad y donde se conoce el caudal y el área que forma la altura del barraje más la carga y al ancho o base es la longitud del barraje fijo. Para hallar las demás variables se considera:

- $r = C_0 - C_1, \quad 0.5 \leq r \leq 1.0m$
- $d_1 \geq 0.1m$
- $d_1 = \frac{q_1}{V_1}, \quad "d_1 \text{ comprobado}"$
- $q_1 = \frac{Q_1}{b_1}$

Donde:

Q_1 = Caudal en 1. Por continuidad $Q_1 = Q_0$, en 0 solo ingresa altura H

b_1 = Ancho del barraje en el eje 1

q_1 = Caudal unitario en 1

Al dar valores para d_1 en la “Fórmula para hallar la velocidad en el eje 1 y d_1 ” y considerando la condición que debe ser mayor de 0.1m, luego comprobamos que el valor



obtenido sea muy cercano al valor de “ d_1 comprobado”, entonces se procede a hallar el tirante conjugado d_2 .

$$d_2 = -\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{g(d_1^2 - 2d_1V^2)}}$$

Ecuación 17: Fórmula para hallar el tirante conjugado mayor d_2

– **Longitud del colchón disipador (L)**

Mansen (s.f.) menciona que se puede determinar la longitud con diversas fórmulas, y son las siguientes:

$$L = (5 \text{ a } 6) \times (d_2 - d_1) \quad ; \text{por Schoklitsch}$$

$$L = 6 d_1 F, \quad F = \frac{V_1}{\sqrt{gd_1}} \quad ; \text{por Safranez}$$

$$L = 4 d_2 \quad ; \text{por USBR}$$

Ecuación 18: Fórmulas para hallar la longitud del colchón disipador

Donde:

d_1 = Tirante conjugado menor en el eje 1

d_2 = Tirante conjugado mayor en el eje 2

F_1 = Número de Froude en 1

2.2.3. Definición de términos

2.2.3.1. Aliviadero

“Un aliviadero es una estructura hidráulica para el vertido de caudales de grandes crecidas. Puede estar ubicado dentro o fuera de la presa” (Valdivielso, 2023).

2.2.3.2. Bocatoma

“La bocatoma es una estructura que se utiliza para desviar el agua del curso de un río, lago, canal, arroyo o incluso el mar y que se utiliza a menudo para conducir el líquido



hasta un sistema de abastecimiento de agua potable.” (Arkiplus, 2023)



2.2.3.3. Canal

“Los canales de riego son canales artificiales que se construye para llevar agua a los campos para realizar el riego. El agua se toma del río, del tanque o de los embalses. Los canales se pueden construir con hormigón, piedra, ladrillo o cualquier tipo de membrana flexible que resuelva los problemas de durabilidad como la filtración y la erosión.” (Huertos y Cultivos, 2023)

2.2.3.4. Desarenador

“Los desarenadores se utilizan para eliminar los sólidos en suspensión de los efluentes de procesos líquidos. Uno de sus principales objetivos es mejorar la calidad de las aguas residuales” (Boss Tech, 2020).

Por otro lado, Núñez (2023) indica que “Tiene como función la de retener las partículas arenosas que trae el agua de la fuente, antes de ingresar al túnel de conducción, para posteriormente ser depuradas en una planta de tratamiento”.

2.2.3.5. Precipitación

“Una precipitación es agua líquida o sólida formada en la atmósfera que regresa a la superficie terrestre en forma de lluvia, aguanieve, nieve, etc.” (Geoenciclopedia, 2023).

2.2.3.6. Vertedero

“El vertedero hidráulico o aliviadero es una estructura hidráulica destinada a propiciar el pase, libre o controlado, del agua en los escorrentimientos superficiales, siendo el aliviadero en exclusiva para el desagüe y no para la medición. Existen diversos tipos según la forma y uso que se haga de ellos, a veces de forma controlada y otras veces como medida de seguridad en caso de tormentas en presas.” (Hidráulica, 2018)



2.2.3.7. Caudal

“Se denomina caudal a la cantidad de fluido que circula en una sección determinada de un ducto en cierta cantidad de tiempo. Este ducto puede ser cañería, oleoductos, tubería, río o canal, entre otros.” (Como-funciona, 2023).

2.2.3.8. Rugosidad

“La rugosidad de las paredes de los canales está en función del material con que están construidos, el acabado de la construcción y el tiempo de uso. Los valores son determinados en mediciones tanto de laboratorio como en el campo” (Chugnas Avalos & Mantari Cruz, 2015)

2.2.3.9. Clasificación de ríos

“Los canales de ríos o canales aluviales se forman por los sedimentos que han sido y están siendo transportados por agua que fluye. Se pueden clasificar en 4 formas básicas: rectos, meandros, trenzados y anastomosados” (Brown Manrique, 2017)

2.2.3.10. Barraje

“Las estructuras de barraje móvil en ríos se diseñan para: captación de agua, mejora de navegabilidad y mitigación de daños por inundación” (Poleto, Dalfré Filho, & Salustiano Martim, 2022)

2.2.3.11. Estudio hidrológico

“El estudio hidrológico está comprendido por la existencia de una microcuenca, llamada Llancama, en donde se emplazará la nueva presa Chacoyocpampa, para el estudio hidrológico, se recabo información hidrometeorológica del SENAMHI” (Díaz Tafur & Valer Romero, 2023)

2.2.3.12. HEC-RAS 6.6



“HEC – RAS fue creado por el centro de ingeniería hidrológica del cuerpo de ingeniería de la armada de los Estados Unidos, que permite la modelación hidráulica en régimen permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales” (Palomino Auccapuilla, 2022)

2.2.3.13. Cuenca

“El drenaje de una cuenca es una manifestación de la escorrentía superficial concentrada y estratificada en los cauces, lo que implica un proceso dinámico, ya que se requiere del movimiento del agua” (Tapia Zambrano, 2023)

2.2.3.14. Socavación

“El fenómeno de la socavación es un tipo de proceso erosivo, generalmente visto en cauces y riberas de ríos esto puesto que la fuerza del flujo arrastra los sedimentos provocando modificación en la sección transversal del cauce”(Ayosa Garcia & San Juan Arcos, 2023).

2.2.3.15. Precipitaciones

“El producto formado por la condensación del vapor atmosférico ya sea en el aire o en la superficie terrestre se denomina hidrometeoro. El concepto de precipitación abarca a todos los hidrometeoros que caen en forma de lluvia, llovizna, granizo” (Orellana Cabello, 2021).

2.2.3.16. Alcantarilla

“Es un sistema conformado por conductos para recolectar, evacuar, transportar y disponer las aguas residuales de una determinada población” (ENRIQUEZ & SARMIENTO CAYAMCELA, 2023)

2.2.3.17. Infiltración

“Es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona



cercana a la superficie y posteriormente superado cierto nivel de humedad” (MENCÍAS IBADANGO, 2015).

2.2.3.18. Gestión Integrada de los recursos hídricos

“La GIRH es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los sistemas vitales” (RICCE TORRES & ROBLES CORONEL, 2014).



III. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES

3.1.1. Estudio Hidrológico

- Google earth
- Software Hidroesta 2
- Datos hidrológicos (registro de caudales)

3.1.2. Estudio Topográfico

- Estacas
- Trípodes y jalones
- Nivel topográfico
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Software de procesamiento de datos (Civil 3d)
- Equipos de protección personal (EPP)
- Prisma
- Cinta métrica

3.1.3. Estudio Hidráulico

- Software Microsoft Excel
- Software HEC RAS 6.6
- Auto CAD
- Software de procesamiento de datos (Civil 3d)

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Tipo de Investigación

Según su propósito:



Según su propósito es aplicada debido a que se analizará de manera hidráulica el barraje en el río Nepeña para incrementar el caudal del Canal-Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú-Santa-Ancash y se evaluará los resultados.

3.2.2. Enfoque de Investigación

Nuestra investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se realizará análisis hidráulico del barraje usando tablas y memorias de cálculo donde se cuantificará la dimensión de los parámetros hidráulicos.

3.2.3. Nivel de la Investigación

Es descriptivo ya que se basa en proporcionar una descripción detallada de los aspectos hidráulicos relevantes para evaluar la viabilidad del agua en el canal Quillhuay Alto con la finalidad de mejorar el suministro de agua.

3.2.4. Diseño de Contrastación de la Hipótesis

Se investigará si el análisis del barraje en el río Nepeña incrementa el caudal del canal Quillhuay alto del distrito Cáceres del Perú.

- **Hipótesis nula (H_0):** No hay relación causal entre el análisis del barraje en el río Nepeña y el incremento del caudal del canal Quillhuay alto del distrito Cáceres del Perú.

$$H_0 : \text{Análisis del barraje en el río Nepeña} \nrightarrow \text{Caudal del canal Quillhuay alto}$$

- **Hipótesis alternativa (H_1):** El análisis del barraje en el río Nepeña incrementa el caudal del canal Quillhuay alto del distrito Cáceres del Perú.

$$H_1 : \text{Análisis del barraje en el río Nepeña} \rightarrow \text{Incrementa el caudal del canal Quillhuay Alto}$$

3.2.5. Población

Cuenca del Río Nepeña



3.2.6. *Muestra*

Cuenca del río Nepeña

3.2.7. *Variables y Operacionalización*

3.2.7.1. Variables

Variable Independiente: Río Nepeña

Variable Dependiente: Barraje

3.2.7.2. Definición Conceptual

Variable Independiente: Río Nepeña

Río que está en la costa centro norte del Perú, Región Áncash, provincia del Santa.

Sus fuentes nacen en la Cordillera Negra y desembocan en el Océano Pacífico; pero, sus aguas no suelen llegar al mar, debido a su escaso caudal, salvo en grandes avenidas causadas por el Fenómeno del Niño

Variable Dependiente: Barraje

Presa elaborada por medio del río con el objetivo de subir el nivel del agua, su altitud debe permitir una carga de agua necesaria.

3.2.7.3. Definición Operacional

Tabla 4

Variable Independiente: Río Nepeña

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escalas
VI: Río Nepeña	Estudios topográficos	Pendiente	Observaciones: Resultados en civil 3D	Nominal



Estudios hidrológicos	Delimitación de la cuenca, registro de caudales	Resultados en Google earth y en Hidroesta 2	Nominal
Estudios hidráulicos	Caudal de diseño y Caudal de derivación	Hoja resultados y HEC-RAS 6.6	Nominal

Nota. Elaboración propia

Tabla 5

Variable Dependiente: Barraje

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escalas
VD: Barraje	El análisis del barraje en el río	Longitud, altura, forma de cresta, espesor de losa de la poza de disipación de energía	Hoja de cálculo	Ordinal

Nota. Elaboración propia

3.2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

Para ambas variables se usará como técnica la observación

Instrumentos:

- Registro de caudales para la Variable Independiente



- Hoja de cálculo para la Variable Dependiente

3.2.9. Procedimiento de la Recolección de Datos

A continuación, se presenta un enfoque paso a paso, incluyendo las técnicas e instrumentos de procesamiento de datos, desde la recopilación de datos hasta la interpretación de los resultados.

- Recopilación de Datos Topográficos:**

Técnica: se realiza el levantamiento topográfico del área utilizando la estación total.

Instrumento: Estación total

- Elaboración del Plano Topográfico:**

Técnica: Se utiliza un software de diseño asistido por computadora (Civil 3D) para crear un plano topográfico.

Instrumentos: Civil 3D, Auto CAD u otros similares.

- Simulación Hidráulica:**

Técnica: Ejecutar la simulación hidráulica para modelar el comportamiento del barraje bajo diferentes condiciones.

Instrumentos: Software HEC-RAS v 6.6.

- Procesamiento y Análisis de Resultados:**

Técnica: Analizar y procesar los resultados obtenidos de la simulación para evaluar el comportamiento hidráulico.

Instrumentos: Herramientas de análisis del software HEC-RAS v 6.6.

- Informe:**

Técnica: Crear informes detallados que documenten los resultados del análisis hidráulico en el software Ms Word.

Instrumentos: Software Ms Word.

- Validación de Resultados:**

Técnica: Validar los resultados comparándolos con datos observados o modelos existentes.

Instrumentos: Comparación con datos validados en estudio similares.



3.2.10. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Resultados

Para el procesamiento, la metodología según su propósito es aplicada. Se analizará de manera hidráulica el barraje en el río Nepeña para incrementar el caudal del Canal-Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú, donde se determinará las características hidráulicas del río Nepeña aplicando métodos hidráulicos. También se realizará el diseño de forma manual y finalmente el análisis hidráulico del barraje en el programa HEC-RAS 6.6.

Para el análisis de datos, se realizará el análisis hidrológico para determinar las características hidráulicas del río, asimismo, se determinará el caudal de diseño mediante distribuciones probabilísticas, donde los datos de entrada son el registro de caudales. Luego, se realizará el diseño del barraje de forma manual, el procedimiento se realizará en una hoja de cálculo aplicando teoría y métodos hidráulicos.

Se utilizará un formulario estructurado para la recolección de datos en el área de estudio. Este formulario estructurado registrará detalles como:

- Nombre del río
- Ubicación del barraje
- Longitud
- Registro Caudal
- Características geográficas
- Usos del río
- Historia y cultura
- Notas adicionales

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

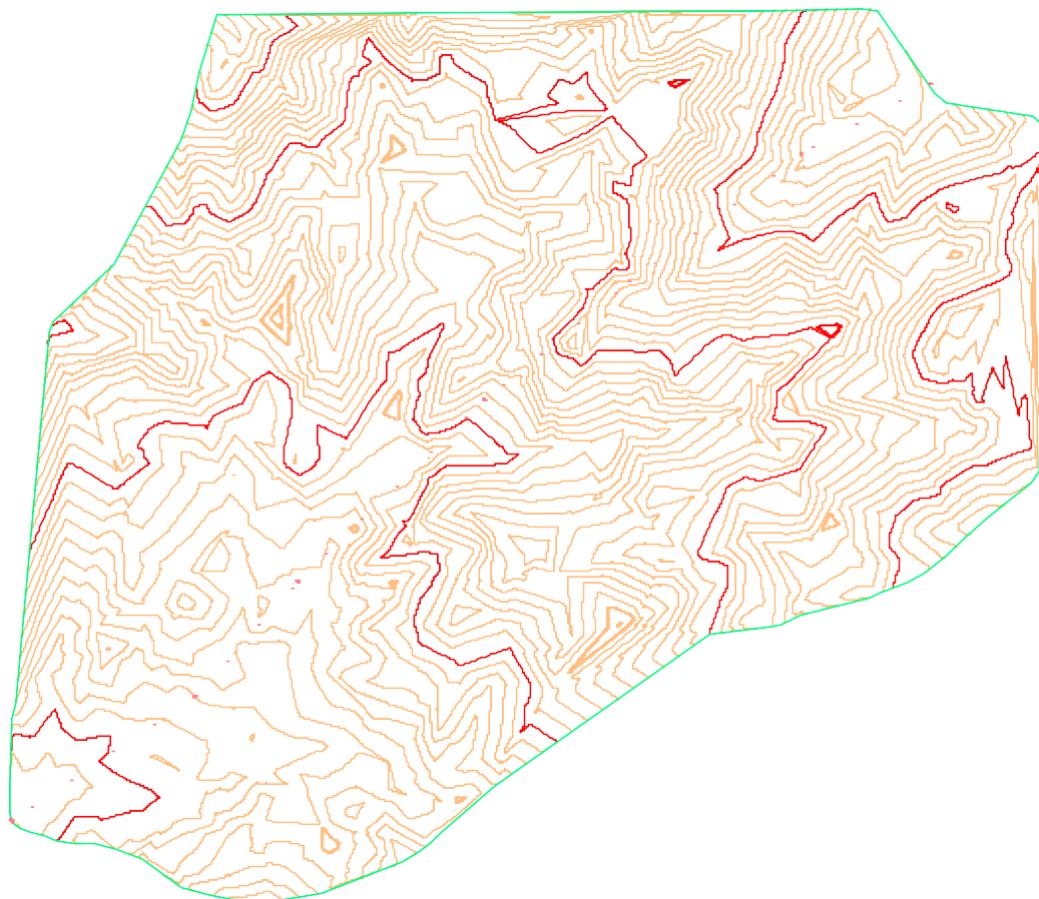
4.1. RESULTADOS

4.1.1. Características hidráulicas del río Nepeña

4.1.1.1. Delimitación de la cuenca

Figura 15

Delimitación de la cuenca del Río Nepeña



Nota. Elaboración propia



Tabla 6

Parámetros de la cuenca

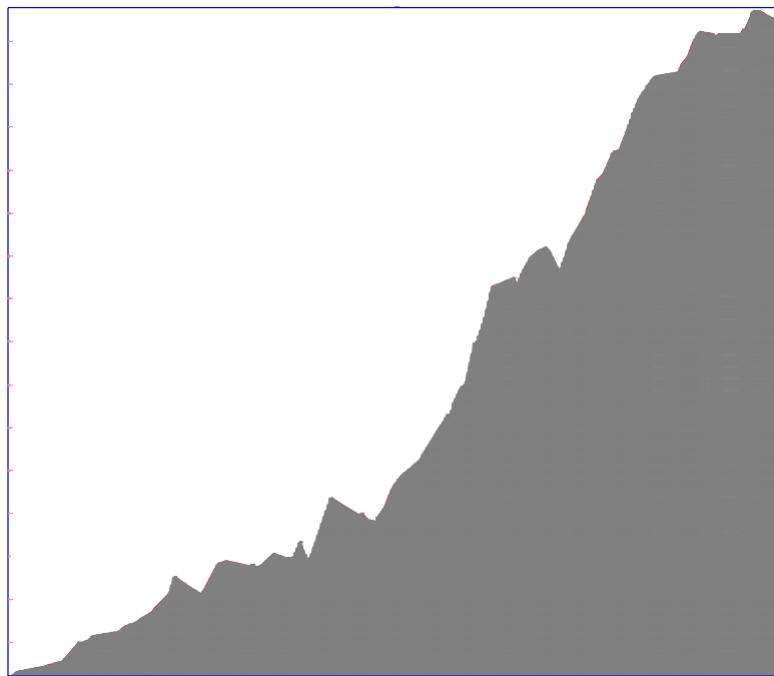
<i>Parámetros de la cuenca</i>	
Cota mínima	799.00 m
Cota máxima	4787.30 m
Área de la cuenca	287.50 km ²
Perímetro de la cuenca	0.069 km
Longitud del curso de principal	24.206 km
Pendiente media de la cuenca	16.48%

Nota. Elaboración propia

4.1.1.2. Perfil longitudinal de la cuenca

Figura 16

Perfil longitudinal de la cuenca



Nota. Elaboración propia



4.1.1.3. Curva hipsométrica y polígono de frecuencia

Tabla 7

Área en Km

Cota msnm	Área km^2							
	Área parcial km^2	Área acumulada km^2	que quedá por encima	% Área parcial	% Área acumulada	que quedá por encima	% Área parcial	
799.00	0	0.00	287.50	0.00%	0.00%	100.00%	0.00	
1297.54	23.42	23.42	264.08	8.15%	8.15%	100.00%	30388.33	
1796.08	39.22	62.64	224.86	13.64%	21.79%	91.85%	70442.06	
2294.61	39.69	102.33	185.17	13.81%	35.59%	78.21%	91073.17	
2793.15	54.14	156.47	131.03	18.83%	54.42%	64.41%	151221.14	
3291.69	59.96	216.43	71.07	20.86%	75.28%	45.58%	197369.58	
3790.23	38.51	254.94	32.56	13.39%	88.67%	24.72%	145961.56	
4288.76	31.97	286.91	0.59	11.12%	99.79%	11.33%	137111.74	
4787.30	0.59	287.50	0.00	0.21%	100.00%	0.21%	2844.39	
	287.50			100.00%			826411.97	

Nota. Elaboración propia



4.1.2. Diseño del barraje mixto de forma manual

4.1.2.1. Distribuciones probabilísticas y caudal máximo de diseño

Tabla 8

Análisis de caudales según las distribuciones probabilísticas

Distribuciones Probabilísticas	Qmáx(m ³ /s) de diseño para diferentes Tr (años)						Delta teórico	Delta tabular	mayor?	los datos se ajustan a la distribución?
	2	5	10	25	50	100				
Normal	37.54	74.66	94.08	114.79	128.16	140.19	0.2157	0.1904	-0.0253	No
Log Normal 2 parámetros	22.51	54.69	87.03	142.80	196.63	262.16	0.0611	0.1904	0.1293	Sí
Log Normal 3 parámetros	23.52	53.55	81.61	127.42	169.66	219.34	0.0751	0.1904	0.1153	Sí
Gamma 2 parámetros	27.10	59.84	84.13	115.93	139.83	163.60	0.0968	0.1904	0.0936	Sí
Gamma 3 parámetros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Log Pearson Tipo III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gumbel	30.29	69.28	95.09	127.70	151.90	175.91	0.1797	0.1904	0.0107	Sí
Log Gumbel	18.92	48.08	89.15	194.49	346.92	616.18	0.1235	0.1904	0.0669	Sí

Nota. Elaboración propia



4.1.2.1. Parámetros hidráulicos

Tabla 9

Parámetros hidráulicos

Parámetros	Medida (m)
Ancho de encauzamiento (B)	35.50
Coeficiente de rugosidad (n)	0.048
Altura del umbral del orificio (ho)	0.60
Altura de la ventana de captación (h)	0.35
Ancho de la ventana de captación (Lv)	1.05
Altura sobre la ventana de captación (b)	0.20
Altura del barraje fijo (P)	1.15
Longitud del barraje móvil (Lbm)	7.60
Longitud del barraje fijo (Lb)	27.90
Altura de agua sobre el barraje (Hd)	0.75
Altura de velocidad sobre el barraje (Ha)	0.10
Altura de diseño (He)	0.85
Borde libre (f)	0.40
Radio 1 en la cresta del barraje (R1)	0.38
Distancia 1 en la cresta del barraje (D1)	0.13
Radio 2 en la cresta del barraje (R2)	0.15
Distancia 2 en la cresta del barraje (D2)	0.21
Punto de tangencia (P.T.)	(0.59 , 0.24)
Tirante conjugado menor (d1)	0.50
Tirante conjugado mayor (d2)	2.26
Altura del escalón al pie del colchón disipador (r)	0.60
Longitud del colchón disipador (L)	9.5
Espesor del colchón disipador (e_{\min})	0.90

Nota. Elaboración propia



4.1.3. Análisis hidráulico del barraje mixto en el río Nepeña con HEC – RAS 6.6

4.1.3.1. Resultados en el canal de derivación sin barraje

Tabla 10

Resultados en el canal de derivación

Reach	River Sta	Profile	Q		Q Weir	Q Gates	Wr Top	Weir Max	Weir Avg	Min El Weir	E.G. US.	W.S. US.	E.G. DS	W.S. DS
			Q US	Leaving										
			(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
EJE-	130	Qmax 2 Años	22.51	0	22.51	0				744.1	742.68	742.36	742.6	742.3
EJE-	130	Qmax 5 Años	54.69	0	54.69	0				744.1	743.36	742.71	743.28	742.65
EJE-	130	Qmax 10 Años	87.03	0	87.03	0				744.1	743.92	742.98	743.83	742.92
EJE-	130	Qmax 25 Años	142.8	0	142.8	0				744.1	744.75	743.32	744.66	743.27
EJE-	130	Qmax 50 Años	196.63	0	196.63	0				744.1	745.47	743.59	745.37	743.54
EJE-	130	Qmax 100 Años	262.16	0	262.16	0				744.1	746.24	743.89	746.13	743.84

Nota. Elaboración propia



4.1.3.2. Resultados en el canal de derivación con Barraje

Tabla 11

Resultados en el barraje

Reach	River	Profile	E.G.	W.S.	Q Total	Q Weir	Q Gates	Q	Q	Q
	Sta		Elev	Elev				Culv	Inline	Outlet
			(m)	(m)	(m ³ /s)					
EJE-	90	Qmax 5 Años	744.66	744.64	54.69	24.59	30.1			
EJE-	90	Qmax 10 Años	744.97	744.94	87.03	51.54	35.49			
EJE-	90	Qmax 25 Años	745.41	745.37	142.8	104.2	38.6			
EJE-	90	Qmax 50 Años	745.76	745.7	196.63	155.78	40.85			
EJE-	90	Qmax 100 Años	746.13	746.04	262.16	219.04	43.12			

Nota. Elaboración propia



4.1.3.3. Resultados en el canal

Tabla 12

Resultados en el canal

Reach	River Sta	Profile	Q				Wr Top Wdth	Weir Max Depth	Weir Avg Depth	Min					
			Q US	Leaving Total	Q DS	Q Weir				El Weir Flow	E.G. US.	W.S. US.	E.G. DS	W.S. DS	
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
EJE-	130	Qmax 5 Años	54.69	0.27	54.69	0.27		2	0.53	0.22	744.1	744.68	744.63	744.67	744.63
EJE-	130	Qmax 10 Años	87.03	0.79	87.03	0.79		2	0.8	0.49	744.1	745.01	744.9	745	744.9
EJE-	130	Qmax 25 Años	142.8	1.83	142.8	1.83		2	1.19	0.88	744.1	745.48	745.28	745.47	745.29
EJE-	130	Qmax 50 Años	196.63	2.81	196.63	2.81		2	1.48	1.17	744.1	745.86	745.57	745.85	745.59
EJE-	130	Qmax 100 Años	262.16	3.94	262.16	3.94		2	1.79	1.47	744.1	746.27	745.87	746.25	745.89

Nota. Elaboración propia



4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Discusión 1

En el presente estudio se delimitó la cuenca del río Nepeña y luego se determinó la cota *mínima* = 799.00m; cota *máxima* = 4787.30m, área = 287.50 km², perímetro = 0.069km, longitud del cauce principal = 24.206km. Luego, mediante distribuciones probabilísticas se determinó caudales para períodos de retorno de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, que sirven para determinar el caudal máximo de diseño y este a su vez sirve como input principal para el dimensionamiento de los parámetros hidráulicos del barraje, asimismo se realizó el perfil.

Cárdenas (2023) en su trabajo titulado “*Análisis hidrológico y mejoramiento hidráulico-estructural del sistema de riego Yanacollpa de la comunidad de Suero y Cama, provincia de Espinar, departamento de Cusco*”, demostró que integrar análisis hidrológico con HEC-HMS y modelación (2D/1D) es eficaz para definir parámetros de diseño. La concordancia metodológica refuerza la validez del procedimiento usado en nuestra investigación ya que se realizó el modelamiento hidráulico en HEC RAS 6.6.

Previo al modelamiento se realizó el levantamiento topográfico y análisis hidráulico, produciendo una base de datos que permiten un diseño más acertado del barraje.

La investigación demuestra que la cuenca y los caudales identificados proporcionan suficiente rango de condiciones para el barraje, pero la variabilidad de caudal en el registro, obliga a evaluar la estructura en varios períodos de retorno. Esto explica por qué el diseño y la modelación deben realizarse de forma conjunta como se hizo en el estudio.



4.2.2. Discusión 2

El diseño manual del barraje mixto comprende hallar la forma de la cresta del barraje fijo y dimensiones de la ventana de captación, colchón disipador, y ancho del canal de limpia. Se obtuvo mediante aplicación de fórmulas hidráulicas como el de Altunin, Petit, ecuaciones para carga de agua y velocidad H_d , tirantes conjugados d_1 y d_2 , radio de unión y longitud del colchón disipador y forma estándar de la forma del perfil de la cresta del barraje. El procedimiento de cálculo de las dimensiones propuestas se adjunta en el capítulo VII. ANEXOS - 7.3. ANEXO N°3 - 7.3.2.

Álvarez et al. (2021), en su trabajo titulado "**Diseño y construcción de una bocatoma de fondo a escala para el laboratorio de hidráulica de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio**", en este trabajo experimental y de escala para bocatomas se subraya la importancia de las fórmulas manuales, y que en la investigación presente se tomaron con criterios recomendados por la literatura del autor.

Las dimensiones concretas como el de la ventana de captación, barraje, colchón disipador y ancho del canal de limpia, se documentaron en el presente, donde se indica el procedimiento de cálculo paso a paso en los anexos.

Se aplicaron criterios de vertederos y colchones disipadores bajo la teoría de autores como Chow y Mansen para el dimensionamiento, y se consideraron recomendaciones prácticas de diseño de bocatomas como por ejemplo en la ventana de captación, donde $h_o \geq 0.60\text{ m}$ para evitar entrada de sedimentos. Estas bases justifican las dimensiones y la geometría del barraje mixto planteado.

El diseño manual produce una configuración viable desde el punto de vista geométrico e hidráulico, no obstante, requiere la evaluación estructural. El enfoque conjunto entre diseño manual y modelación es metodológicamente correcto.



4.2.3. Discusión 3

El análisis hidráulico en el programa HEC-RAS 6.6, para el caso donde se tiene en cuenta el barraje tiene por resultados con “Q Leaving Total” igual a $0.27 m^3/s$ para un caudal con $Tr = 5\text{años}$, $0.79 m^3/s$ para un caudal con $Tr = 10\text{años}$, $1.83 m^3/s$ para un caudal con $Tr = 25\text{años}$, $2.81 m^3/s$ para un caudal con $Tr = 50\text{años}$ y $3.94 m^3/s$ para un caudal con $Tr = 100\text{años}$. Sin barraje el “Q Leaving Total” era nula. Esto evidencia que el barraje incrementa la capacidad de derivación y permite cumplir el requisito de $0.4 m^3/s$ a partir de condiciones de un caudal con periodo de retorno $Tr = 10$.

Pullotasig y Taipe (2025), en su proyecto de investigación ***"Diseño de Bocatoma lateral para la comunidad Virgen de Guadalupe"***, destacan la sensibilidad del flujo a la geometría del vertedero y en la presente investigación en el río Nepeña con HEC-RAS muestra esa sensibilidad al pasar de un caudal con $Tr = 5$ igual a $0.27 m^3/s$ a un caudal de $0.79 m^3/s$ con $Tr = 10$ años.

El trabajo aporta un caso en el que se cuantifica la relación entre la geometría del barraje y la derivación para el Canal Quillhuay Alto. En el resultado para un caudal con $Tr = 10$ se asegura el caudal a derivar que es $\geq 0.4 m^3/s$.

Mediante el análisis hidráulico en el programa HEC-RAS se confirma la hipótesis de que un barraje mixto bien dimensionado permite derivar el caudal demandado para la agricultura.



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinaron las principales características de la cuenca del río Nepeña mediante cálculos hidrológicos e hidráulicos, entre ellos el área de cuenca de 287.50 km^2 , $\text{perímetro} = 0.069\text{km}$, $\text{longitud del cauce principal} = 24.206\text{km}$. Entre los parámetros hidráulicos se determinó además la pendiente en el punto de estudio con un valor de 0.059, este es un parámetro esencial para el diseño manual del barraje.
- El diseño hidráulico del barraje mixto permitió definir el barraje capaz de elevar el nivel del tirante del río Nepeña y generar una carga hidráulica suficiente para la derivación hacia el canal Quillhuay Alto. Se dimensionó el barraje con una altura efectiva acorde al tirante requerido, una cresta con perfil estándar tipo I y un colchón disipador que reduce la energía aguas abajo. Además, se definió el ancho y geometría del barraje, y ancho del canal de limpia, garantizando la derivación del flujo y su ingreso al canal de derivación. El barraje mixto diseñado permite derivar del caudal demandado hacia el canal Quillhuay Alto.
- La simulación en HEC-RAS muestra que el barraje mixto aumenta significativamente la derivación superando la demanda de $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ a partir del caudal para un $Tr = 10$, validando la funcionalidad hidráulica del diseño para caudales con Tr mayores a 10 como 25, 50 y 100, tal y como se analizó en la presente investigación.
- La hipótesis alternativa H_1 se acepta, dado que el análisis y diseño del barraje en el río Nepeña incrementa el caudal del Canal Quillhuay Alto, en el sentido de que la estructura permite la derivación demandada en eventos de retorno adecuados.



5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar seguimiento a la operación de los niveles de lámina de agua aguas arriba, la regulación de compuertas y la gestión de caudal en la ventana de derivación deben programarse para garantizar que durante eventos de retorno iguales o superiores a $Tr = 10\text{años}$, se mantenga un flujo derivado mínimo de $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$, asegurando el abastecimiento continuo del Canal Quillhuay Alto, incluso en época de estiaje.
- En una posible ampliación a futuro se recomienda evaluar la sección del canal de derivación para poder conducir caudales mayores para $Tr = 10, 25, 50$ y 100 , garantizando que el caudal incrementado pueda ser conducido. Asimismo, se recomienda reforzar las protecciones laterales y el pie del barraje para mitigar procesos de socavación que podrían comprometer la estabilidad estructural del diseño a largo plazo.
- Se recomienda realizar el análisis estructural completo del barraje mixto, evaluando esfuerzos, y capacidad portante de la cimentación, con el fin de verificar el cumplimiento de las normas estructurales y asegurar la durabilidad de la obra en condiciones de operación y avenidas.



VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Mahecha , A. F., Mazo Godoy , E., & Cañas Estrada , J. A. (2021). *Diseño Y Construcción De Una Bocatoma De Fondo A Escala Para El Laboratorio De Hidráulica De La Universidad Cooperativa De Colombia Sede Villavicencio.* . Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia .

Castillo Rivera , A. M. (2023). *ANÁLISIS HIDRÁULICO 2D CON FINES DE MEJORAMIENTO DE LA BOCATOMA RACA RUMI EN EL RÍO CHANCAY – LAMBAYEQUE.* Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina .

Arkiplus. (05 de 07 de 2023). *Bocatoma.* Obtenido de Arkiplus:
<https://www.arkiplus.com/bocatoma/>

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO NEPEÑA.* Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.

Ayosa Garcia, N. A., & San Juan Arcos, A. B. (2023). *PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EVITAR INUNDACIONES EN EL CENTRO POBLADO UNIÓN, DISTRITO DE PADRE ABAD, REGIÓN DE UCAYALI.* Lima.

Boss Tech. (2020). *Desarenadores de agua: ¿qué son y cómo funcionan?* Obtenido de Boss Tech: <https://bosstech.pe/que-son-desarenadores-agua/>

Brown Manrique, K. (2017). *CARACTERIZACION Y CLASIFICACION AUTOMATICA DE RIOS EN IMAGENES SATELITES.* LIMA.

Cárdenas Umiyauri, V. (2023). *ANÁLISIS HIDROLÓGICO Y MEJORAMIENTO HIDRÁULICO –ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE RIEGO YANACOLLPA DE LA COMUNIDAD DE SUERO Y CAMA, PROVINCIA DE ESPINAR,*



DEPARTAMENTO DE CUSCO . Arequipa : Universidad Católica de Santa María

Chow, V. T. (2004). *Hidráulica de canales abiertos*. Colombia: Nomos S. A.

Chugnas Avalos, C. I., & Mantari Cruz, W. F. (2015). *DETERMINACION EXPERIMENTAL DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING SUPERFICIES GRAANULARES MEDIANTE LA SIMULACION DE UN CAUCE NATURAL DE SECCION RECTANGULAR*. Trujillo.

Collantes Montenegro, R. S. (2025). *Evaluación y diseño de una captación del recurso hídrico en la quebrada Vilcarajra del sector de riego Huaycho, distrito de Huayllán, provincia de Pomabamba, Ancash, Perú 2023*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Como-funciona. (2023). *Caudal (fluidos)*. Obtenido de Caudal (fluidos): <https://como-funciona.co/caudal-fluidos/>

Cornelio Vicos, N. E. (2022). *PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RÍO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA LOS SECTORES PURHUAY – AMPU – MARCARÁ – CARHUAZ – ÁNCASH – 2020*. HUARAZ: UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO.

Díaz Tafur , J., & Valer Romero, J. (2023). *ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO E HIDROLOGICO PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRESA CHACOYOC PAMPA DE LA CUENCA LLANCAMA DEL DISTRITO DE OMACHA, PROVINCIA DE PARURO, DEPARTAMENTO DEL CUSCO*. Cusco.



ENRIQUEZ ENRIQUEZ, J. A., & SARMIENTO CAYAMCELA, J. L. (2023). *DISEÑO
DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD LA PLAYA DEL CANTON
NABON, PROVINCIA DEL AZUAY.* Cuenca.

Figueroa Vásquez, B. M., & López Gómez, A. J. (2023). *Modelamiento hidráulico en el
diseño de una bocatoma de concreto y sus obras de arte, localidad Quirihuac,
distrito de Laredo, Trujillo – La Libertad.* Trujillo: Universidad Privada Antenor
Orrego .

GARCIA NARANJO BUSTOS, M. E. (s.f.). *DISEÑO DE OBRAS DE CAPTACIÓN.*
Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

García Reina , K. I., & Mozombite Tineo, A. L. (2024). *Evaluación del funcionamiento
hidráulico de la Bocatoma Chuschuco mediante modelo físico.* Piura: Universidad
de Piura.

Geoenciclopedia. (09 de 01 de 2023). *Precipitación.* Obtenido de Geoenciclopedia:
<https://www.geoenciclopedia.com/precipitacion-20.html>

Hidráulica. (2018). *Compuertas y Vertederos.* Obtenido de <http://hidraulica-cuc.blogspot.com/2018/11/compuertas-y-vertederos.html>

Huertos y Cultivos. (16 de 05 de 2023). *¿Qué son los canales de riego? Características
y ventajas.* Obtenido de Huertos y Cultivos: <https://huertosycultivos.com/que-son-los-canales-de-riego-caracteristicas-y-ventajas/>

Julon Cabrera, J. (2019). *Diseño de la bocatoma y canal de derivación de Pueblo
Escondido, sector Marripón, distrito de Motupe, provincia y departamento de
Lambayeque, 2017 [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de*



Mogrovejo]. Repositorio institucional. Obtenido de

<http://hdl.handle.net/20.500.12423/2040>

Mansen Valderrama, A. (s.f.). *DISEÑO DE BOCATOMAS*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

MENCÍAS IBADANGO, D. K. (2015). */DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA*. Quito.

Mendizábal Catacora , W. P. (2022). *EFICIENCIA EN EL MODELAMIENTO PARA LOS PROCESOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMAS TIPO BARRAJE APLICADO AL RÍO CUTIMBO – PUNO*. Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

NÚÑEZ MORALES, J. D. (2023). *DISEÑO DE CUATRO OBRAS GEOTÉCNICAS: (I) PROPUESTA ALTERNATIVA PARA LA FUNDACION DE UN DESARENADOR MEDIANTE EL USO DE INCLUSIONES RÍGIDAS, UBICADO DENTRO DE UNA ZONA PROTEGIDA EN CARTAGO, COSTA RICA; (II) DISEÑO DE EXCAVACIONES*. Costa Rica.

Orellana Cabello, R. E. (2021). *MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA EL ANÁLISIS DE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE PIURA UTILIZANDO HEC-HMS Y HEC-RAS*. Lima.

Palomino Auccapuilla, F. (2022). *MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL RÍO FORTALEZA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE HUÁNCAR, PROVINCIA DE BARRANCA, LIMA*. Lima.



Poleto, C., Dalfré Filho, J., & Salustiano Martim, A. (2022). *MODELO NUMERICO DE TURBULENCIA EN UNA POZA DISIPADORA AGUAS ABAJO DE UN BARRAJE MOVIL. BRASIL.*

Pullotasisig Taco, V., & Taipe Jaya, J. D. (2025). *DISEÑO DE BOCATOMA LATERAL PARA LA COMUNIDAD "VIRGEN DE GUADALUPE". LATACUNGA: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI .*

Quino Ramos, P. J. (2022). *DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL DE INFILTRACIÓN (AMUNA) SENEWA – TAMBO EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE CASTA, PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ.* Lima : Universidad Nacional Agraria la Molina

RICCE TORRES, M. G., & ROBLES CORONEL, K. B. (2014). *EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES Y ESTRATEGÍAS DE GESTIÓN SOSTENIBLE EN LA MICROCUENCA RÍO NEGRO - SATIPO.* Satipo.

Tapia Zambrano, J. (2023). *ANALISIS DE LOS MARGENES DE INUNDACION PARA LA CUENCA SAN FRANCISCO HASTA SU CONFLUENCIA CON LA CUENCA SANTA BARBARA AL SUR DEL ECUADOR EN LA PROVINCIA DE AZUAY.* CUENCA: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

Ticona Neyra , O. E. (2021). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR EL CAUDAL ECOLÓGICO EN LA BOCATOMA DEL BRAZO – CUENCA DEL RIO CAMANÁ – MAJES- COLCA. PERU.* Bueno Aires: Universidad Nacional de la Plata.



Toribio Fernández , Q. R., & Toribio Fernández, W. (2021). *INFLUENCIA DE TIPOS DE PERFIL DEL BARRAJE EN EL RESALTO HIDRÁULICO MEDIANTE MODELO FÍSICO Y NUMÉRICO.* HUANCAVELICA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA.

Trujillo Leiva, I. M. (2022). *MODELACIÓN HIDRÁULICA BIDIMENSIONAL DE LA BOCHATOMA DEL RÍO LLULLÁN, DISTRITO CARAZ PROVINCIA HUAYLAS, REGIÓN ANCASH.* Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina .

Valdivielso, A. (2023). *¿Qué son y para qué sirven los aliviaderos?* Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-y-que-sirven-aliviaderos>

Velásquez Bejarano, T. (s.f.). *DISEÑO DE BARRAJES EN RIOS.* Obtenido de Academie.edu: <https://www.academia.edu/11575946/BARRAJE>

Villavicencio Figueroa, F. A., Chávez Estrada, J. T., & Villavicencio Guardia, P. G. (2021). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO PARA UNA BOCHATOMA.* Unc.



VII. ANEXOS

7.1. ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
Análisis Hidráulico del Barraje en el Rio Nepeña para incrementar el caudal del Canal- Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú-Santa-Ancash- 2024	<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el análisis es el análisis Hidráulico del Barraje en el Rio Nepeña para incrementar el caudal del Canal- Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú-Santa-Ancash- 2024?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son las características hidráulicas del rio Nepeña aplicando métodos hidráulicos?</p> <p>¿Cuál es el diseño del barraje mixto de forma manual?</p>	<p>Realizando el análisis del barraje en el rio Nepeña se incrementa el caudal del canal Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú-Santa-Ancash- 2024</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Realizar el Análisis Hidráulico del Barraje en el Rio Nepeña para incrementar el caudal del Canal- Quillhuay Alto-Cáceres Del Perú-Santa-Ancash- 2024</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las características hidráulicas del rio Nepeña aplicando métodos hidráulicos</p> <p>Realizar el diseño del barraje mixto de forma manual</p>	Rio Nepeña
	<p>¿Cuál es el análisis hidráulico del barraje mixto en el río Nepeña con el programa HEC-RAS 6.6</p>		<p>Realizar el análisis hidráulico del barraje mixto en el río Nepeña con el programa HEC-RAS 6.6</p>	Barraje
				INDEPENDIENTE DEPENDIENTE



7.2. ANEXO N° 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos o herramientas	Escala de medición
Río Nepeña (Variable independiente)	Río que está en la costa centro norte del Perú, Región Áncash, provincia del Santa. Sus fuentes nacen en la Cordillera Negra y desembocan en el Océano Pacífico; pero, sus aguas no suelen llegar al mar, debido a su escaso caudal, salvo en grandes avenidas causadas por el Fenómeno del Niño	Se realizará estudios hidrológicos , área, perímetro, longitud, pendiente, perfil, curva hipsometrica y polígono de frecuencia y Estudios topográficos.	Estudios hidrológicos Estudios topográficos	Caudal de diseño Pendiente	Registro de caudales Levantamiento topográfico	Nominal
Barraje (Variable dependiente)	Elemento de bocatoma elaborada por medio del río con el objetivo de subir el nivel del agua, su altitud debe permitir una carga de agua necesaria.	Diseño hidráulico (dimensiones del muro de encauzamiento, Ventana, altura y perfil de la cresta del barraje fijo, colchón disipador) y análisis hidráulico del barraje mixto en el programa Hec Ras.	Diseño hidráulico del barraje mixto Análisis hidráulico en el programa Hec Ras	Dimensiones Caudales para distintos periodos de retorno	Fuentes de información técnica Software Hec Ras y plano en Civil 3D	Ordinal

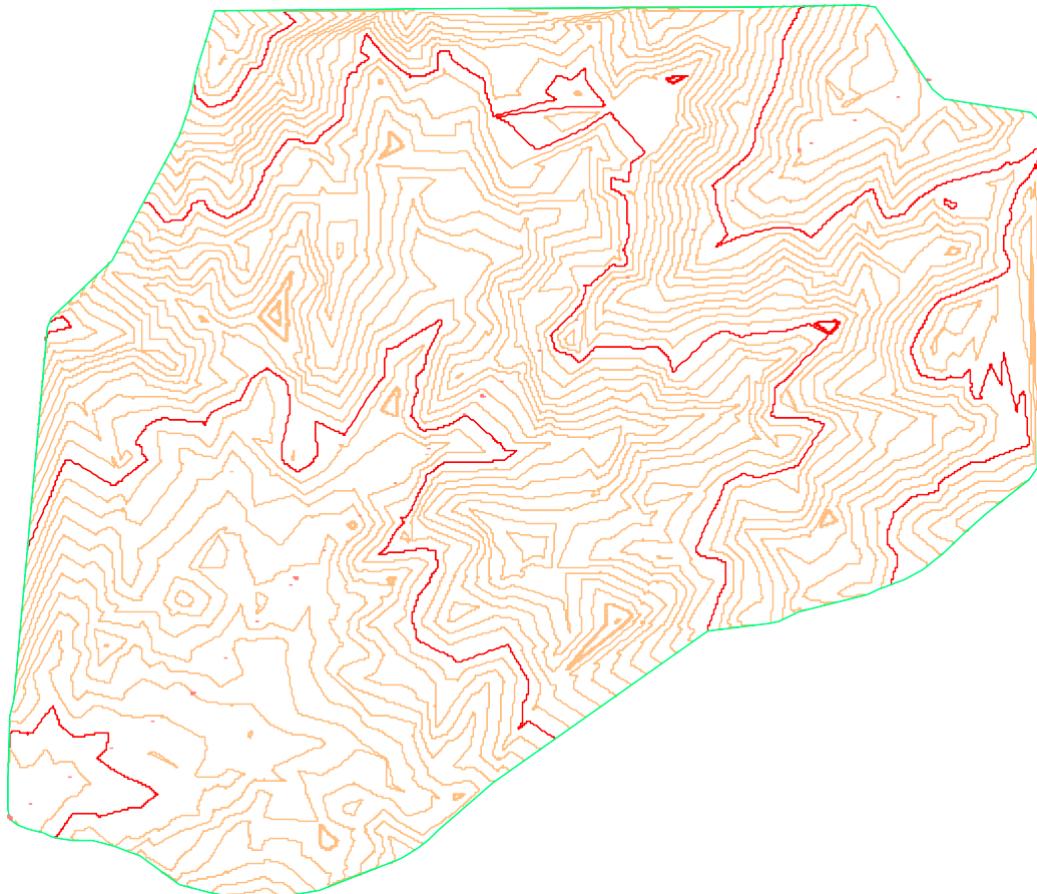
7.3. ANEXO N° 3: PROCEDIMIENTO DE CÁLCULOS HIDRÁULICOS

7.3.1. Características hidráulicas del Rio Nepeña

7.3.1.1. Delimitación de la cuenca

Figura 17

Delimitación de la cuenca del Rio Nepeña



Nota. Elaboración propia

Tabla 13

Parámetros de la cuenca

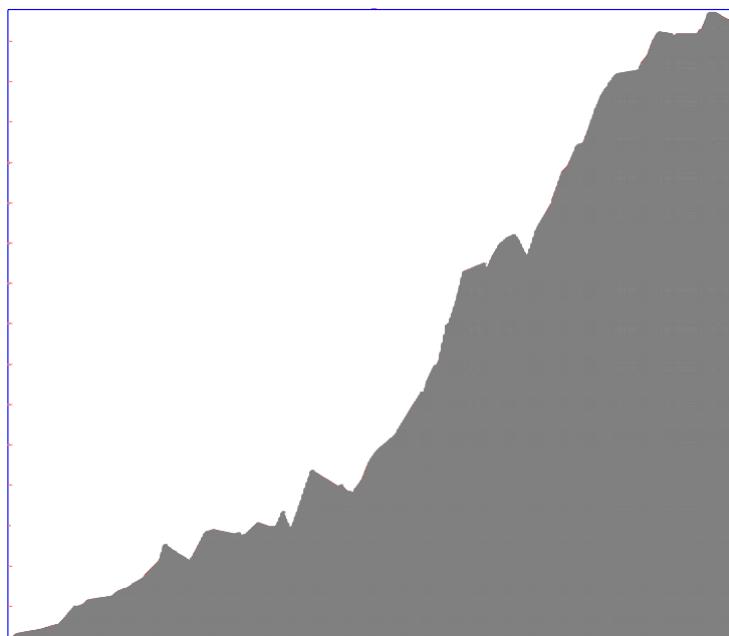
<i>Parámetros de la cuenca</i>	
Cota mínima	799.00 m
Cota máxima	4787.30 m
Área de la cuenca	287.50 km ²
Perímetro de la cuenca	0.069 km
Longitud del curso de principal	24.206 km
Pendiente media de la cuenca	16.48%

Nota. Elaboración propia

7.3.1.2. Perfil longitudinal de la cuenca

Figura 18

Perfil longitudinal de la cuenca



Nota. Elaboración propia



7.3.1.3. Curva hipsométrica y polígono de frecuencia

Tabla 14

Área en Km

Cota msnm	Área km^2							
	Área parcial km^2	Área acumulada km^2	que quedá por encima	% Área parcial	% Área acumulada	que quedá por encima	% Área parcial	
799.00	0	0.00	287.50	0.00%	0.00%	100.00%	0.00	
1297.54	23.42	23.42	264.08	8.15%	8.15%	100.00%	30388.33	
1796.08	39.22	62.64	224.86	13.64%	21.79%	91.85%	70442.06	
2294.61	39.69	102.33	185.17	13.81%	35.59%	78.21%	91073.17	
2793.15	54.14	156.47	131.03	18.83%	54.42%	64.41%	151221.14	
3291.69	59.96	216.43	71.07	20.86%	75.28%	45.58%	197369.58	
3790.23	38.51	254.94	32.56	13.39%	88.67%	24.72%	145961.56	
4288.76	31.97	286.91	0.59	11.12%	99.79%	11.33%	137111.74	
4787.30	0.59	287.50	0.00	0.21%	100.00%	0.21%	2844.39	
	287.50			100.00%			826411.97	

Nota. Elaboración propia



7.3.2. Diseño del barraje mixto de forma manual

7.3.2.1. Cálculo del caudal de diseño

a. Registro de caudales máximos - SENAMHI

Tabla 15

Descargas máximas en el Río Nepeña

AÑO	Qmáx
1950	15.0
1951	10.6
1952	10.0
1953	12.0
1954	8.0
1955	25.0
1956	30.0
1957	45.0
1958	30.0
1959	35.0
1960	21.0
1961	40.0
1962	43.0
1963	24.0
1964	12.0
1965	17.0
1966	11.0
1967	80.0



1968	2.7
1969	12.0
1970	60.0
1971	40.0
1972	160.0
1973	40.0
1974	50.0
1975	50.0
1976	10.0
1977	22.0
1978	3.5
1979	50.0
1980	15.0
1981	34.5
1982	21.0
1983	150.0
1984	80.0
1985	8.0
1986	12.0
1987	35.0
1988	15.0
1989	5.2
1990	5.0
1991	10.2

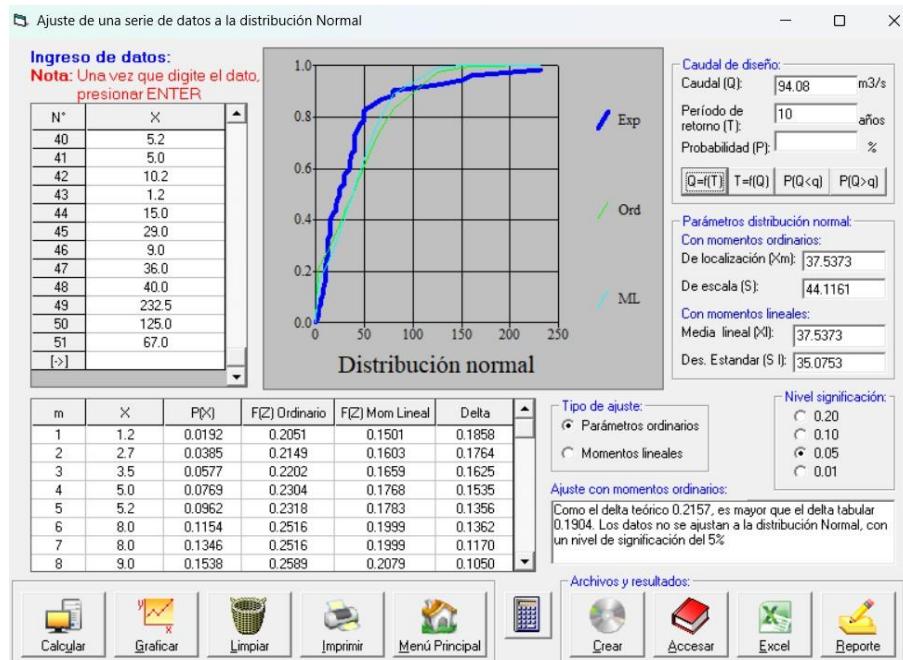


1992	1.2
1993	15.0
1994	29.0
1995	9.0
1996	36.0
1997	40.0
1998	232.5
1999	125.0
2000	67.0

Nota. Adaptado de *EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO NEPEÑA* (p. 145), por Autoridad Nacional del Agua, 2016, Ministerio de Agricultura y Riego.

Figura 21

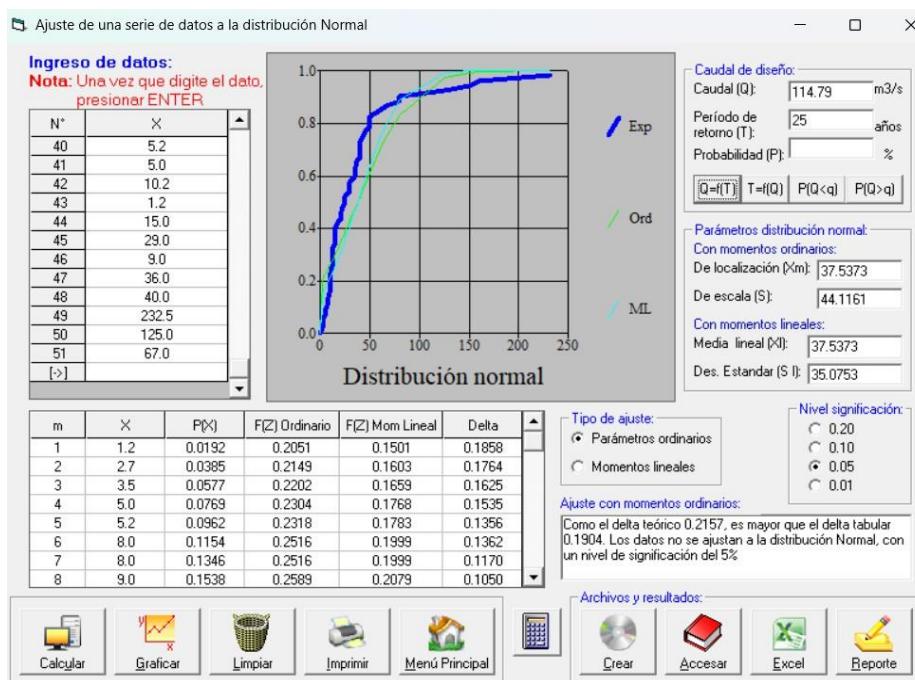
Caudal para un periodo de retorno igual a 10



Nota. Elaboración propia

Figura 22

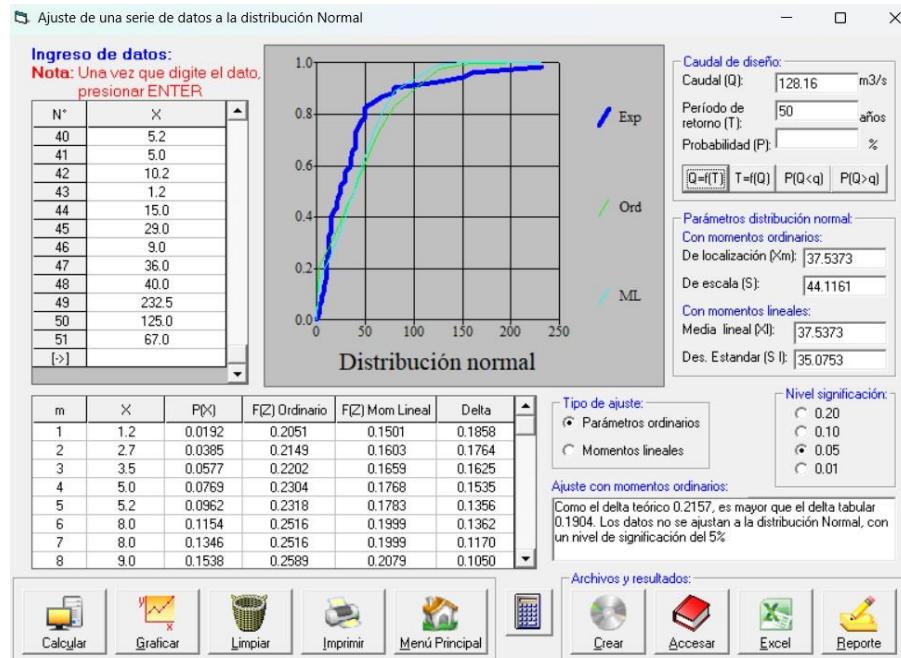
Caudal para un periodo de retorno igual a 25



Nota. Elaboración propia

Figura 23

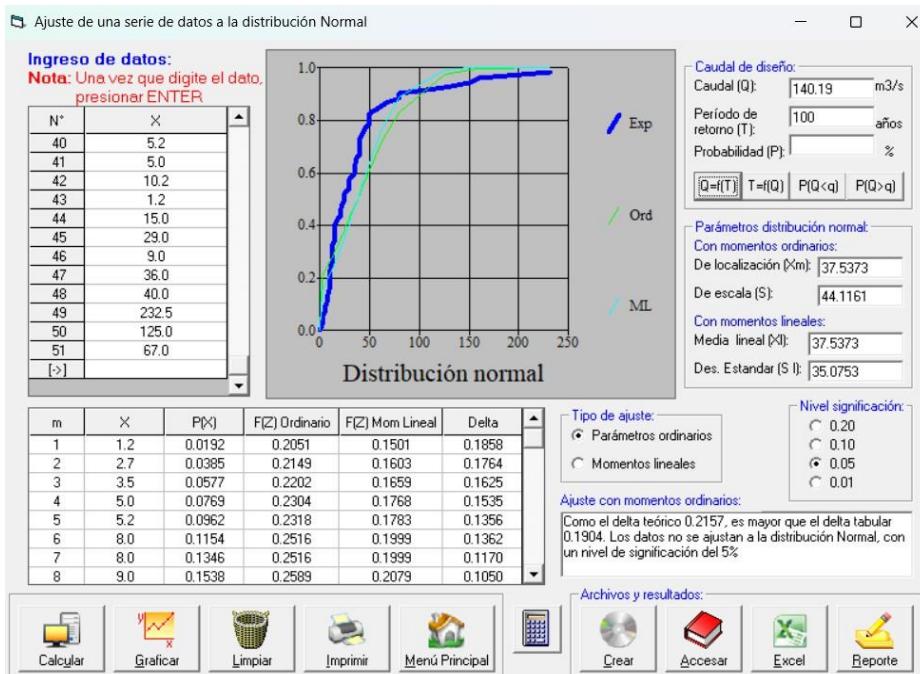
Caudal para un periodo de retorno igual a 50



Nota. Elaboración propia

Figura 24

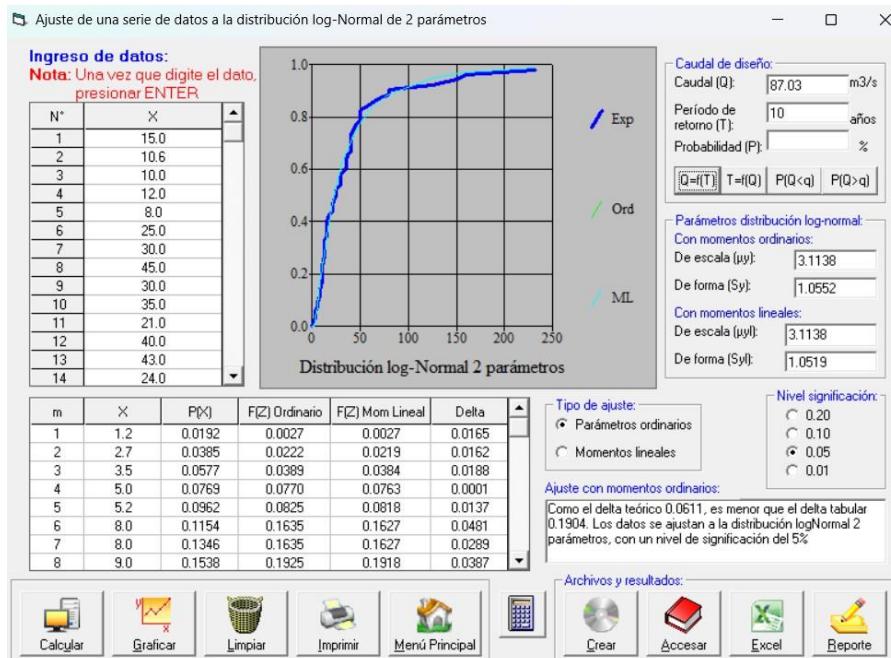
Caudal para un periodo de retorno igual a 100



Nota. Elaboración propia

Figura 27

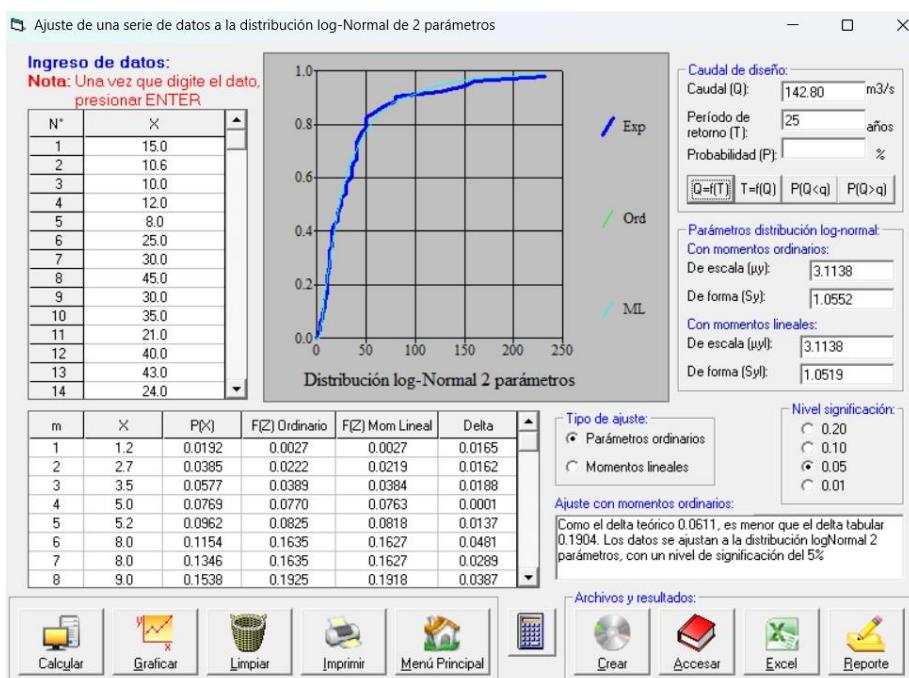
Caudal para un periodo de retorno igual a 10



Nota. Elaboración propia

Figura 28

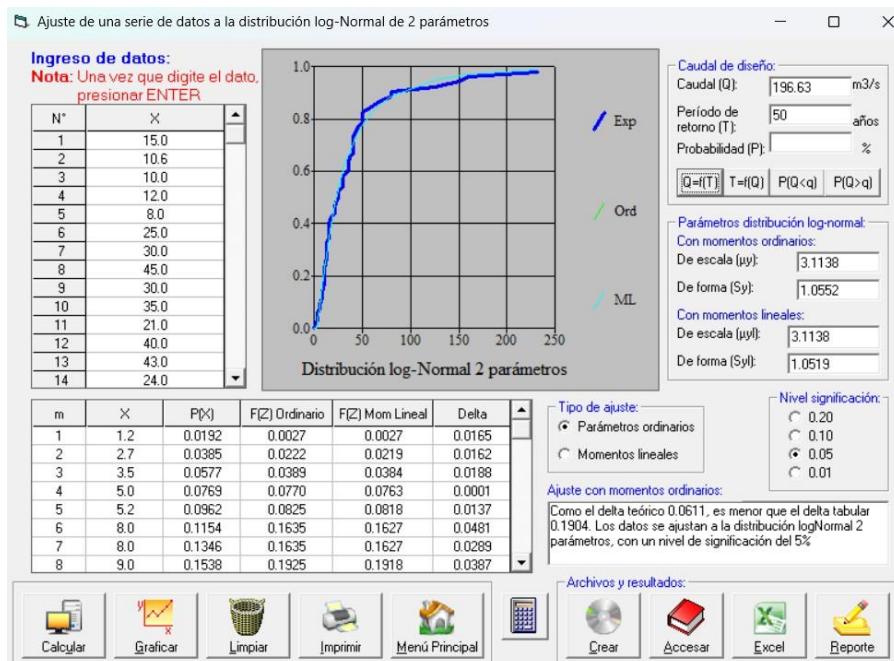
Caudal para un periodo de retorno igual a 25



Nota. Elaboración propia

Figura 29

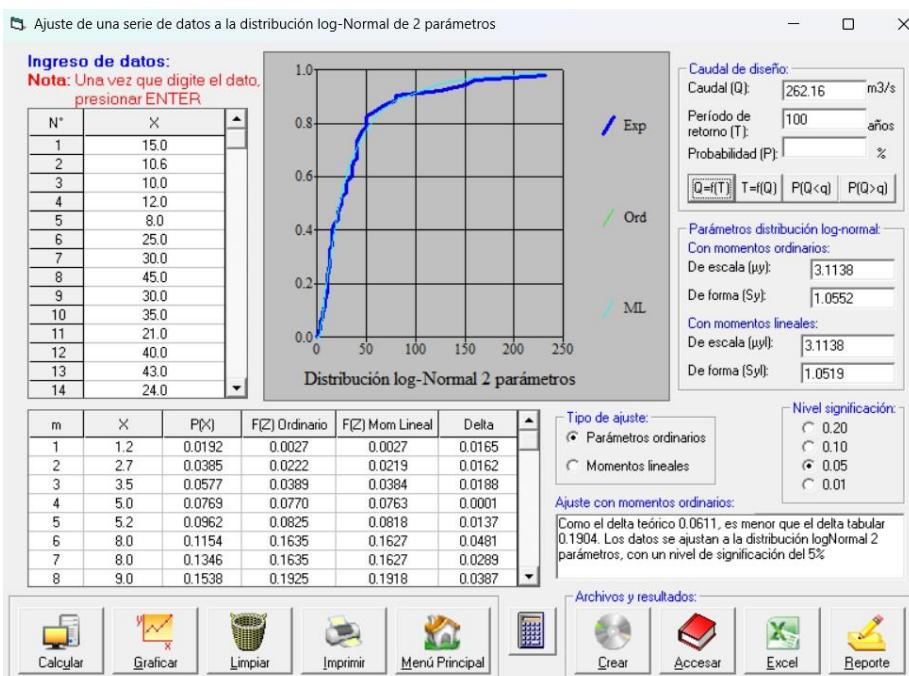
Caudal para un periodo de retorno igual a 50



Nota. Elaboración propia

Figura 30

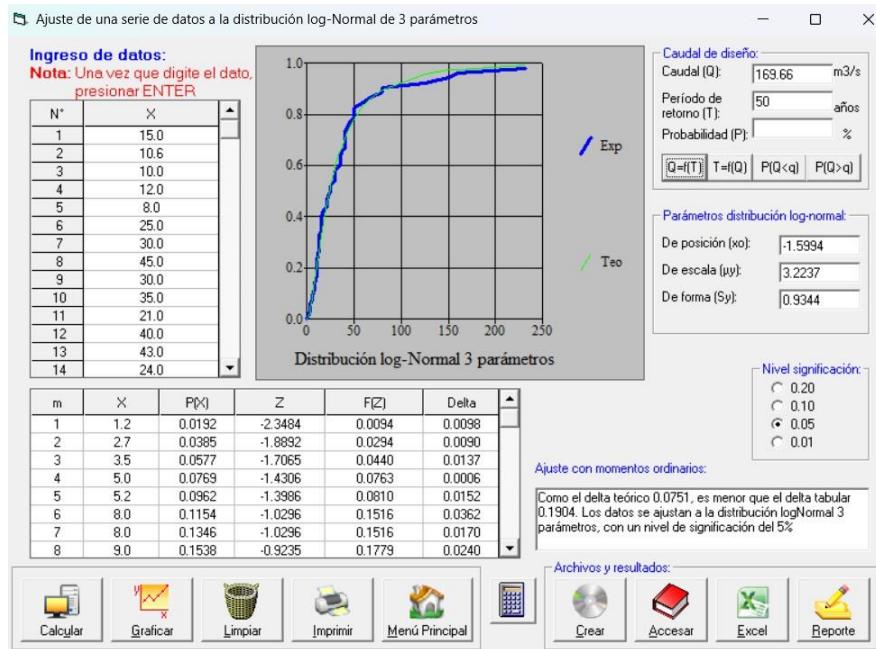
Caudal para un periodo de retorno igual a 100



Nota. Elaboración propia

Figura 35

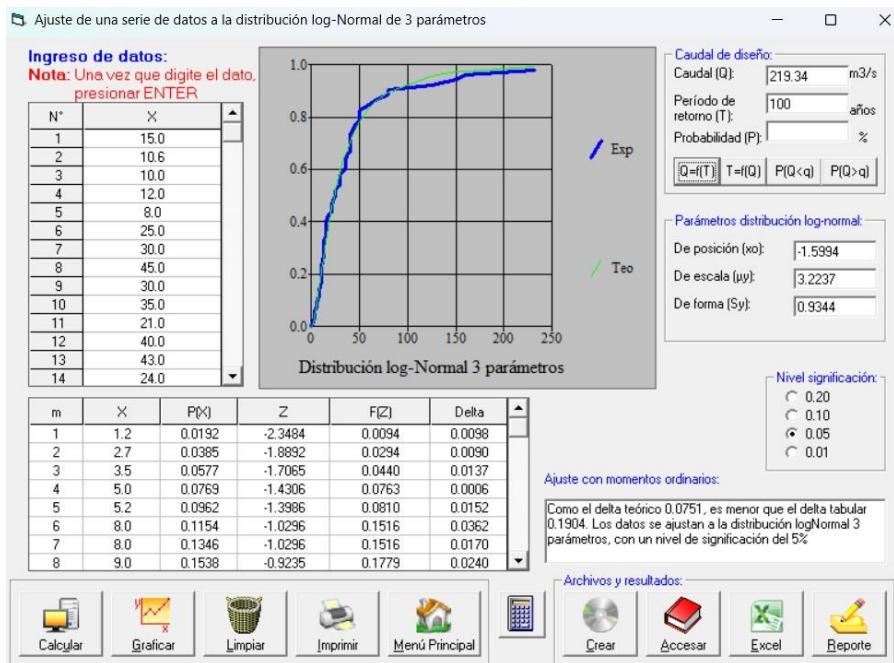
Caudal para un periodo de retorno igual a 50



Nota. Elaboración propia

Figura 36

Caudal para un periodo de retorno igual a 100

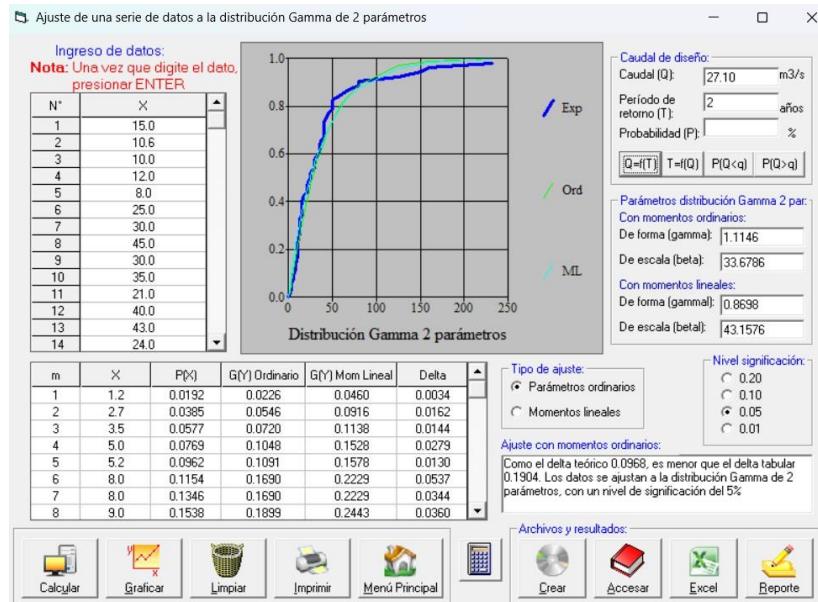


Nota. Elaboración propia

- Distribución Gamma de 2 parámetros

Figura 37

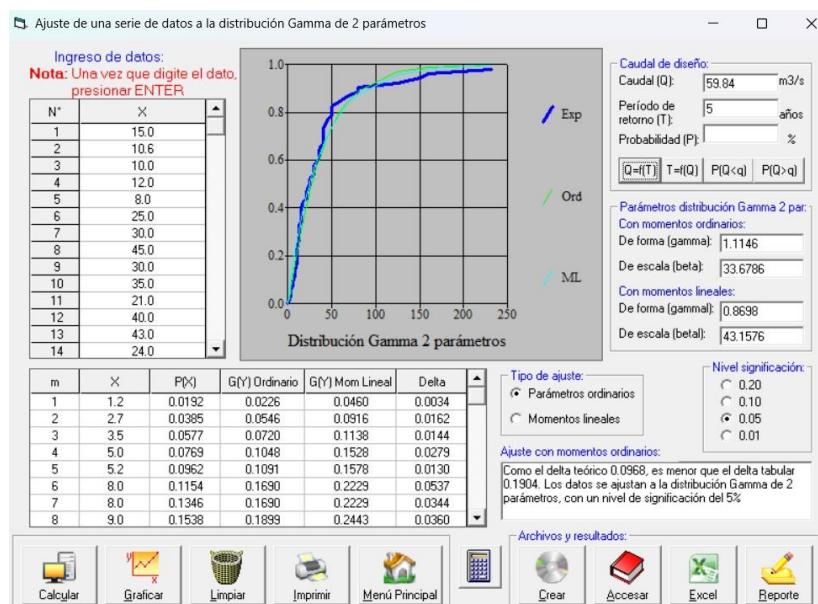
Caudal para un periodo de retorno igual a 2



Nota. Elaboración propia

Figura 38

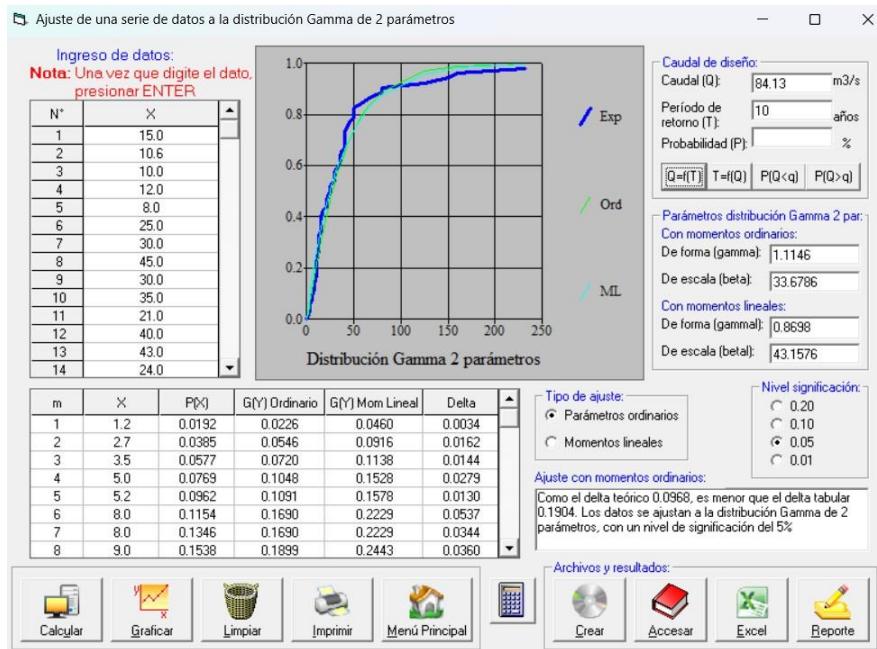
Caudal para un periodo de retorno igual a 5



Nota. Elaboración propia

Figura 39

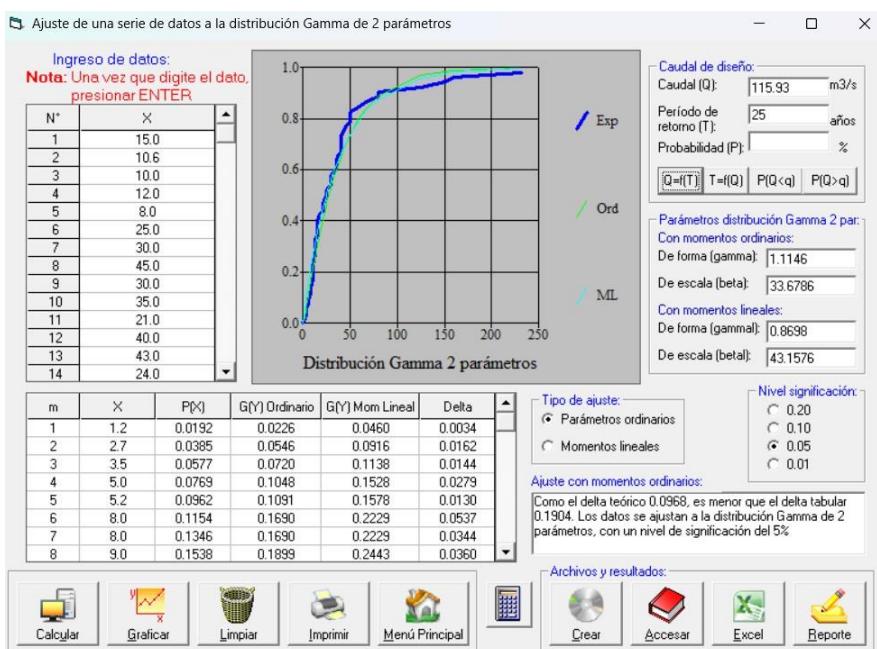
Caudal para un periodo de retorno igual a 10



Nota. Elaboración propia

Figura 40

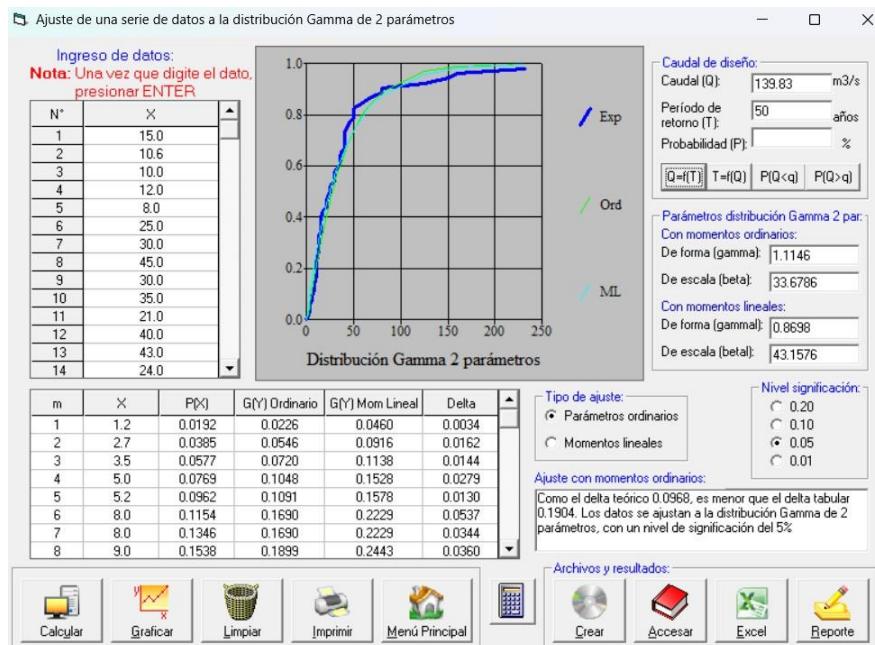
Caudal para un periodo de retorno igual a 25



Nota. Elaboración propia

Figura 41

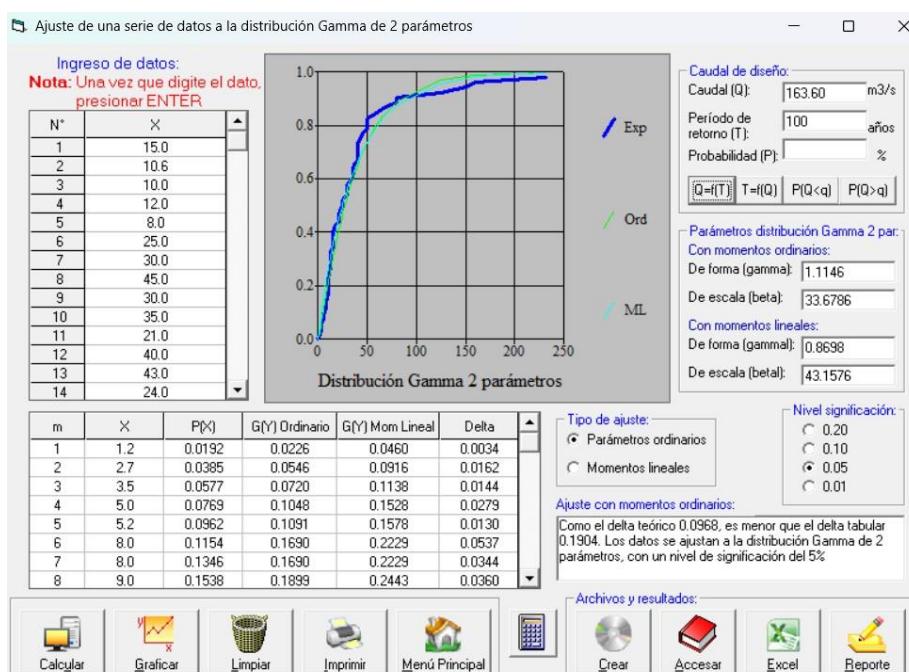
Caudal para un periodo de retorno igual a 50



Nota. Elaboración propia

Figura 42

Caudal para un periodo de retorno igual a 100

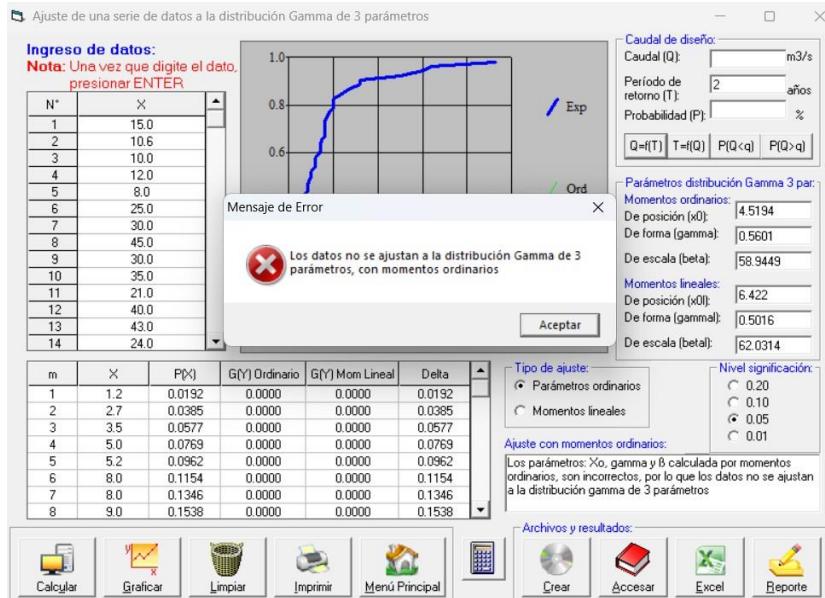


Nota. Elaboración propia

– Distribución Gamma de 3 parámetros

Figura 43

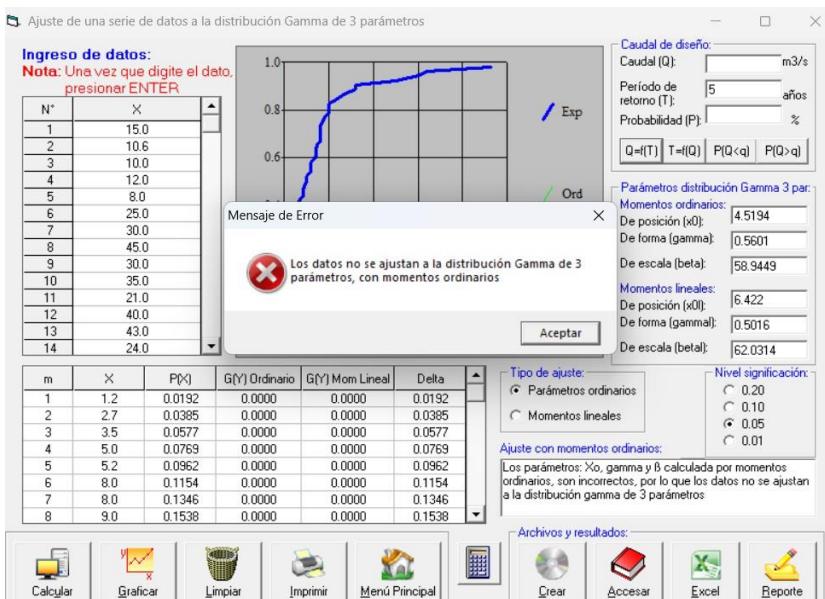
Caudal para un periodo de retorno igual a 2



Nota. Elaboración propia

Figura 44

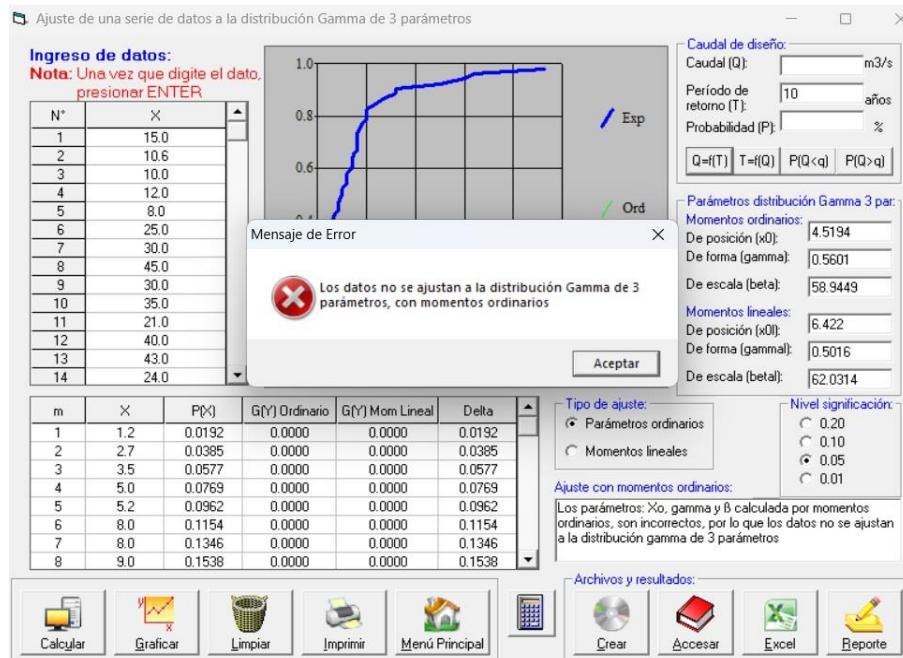
Caudal para un periodo de retorno igual a 5



Nota. Elaboración propia

Figura 45

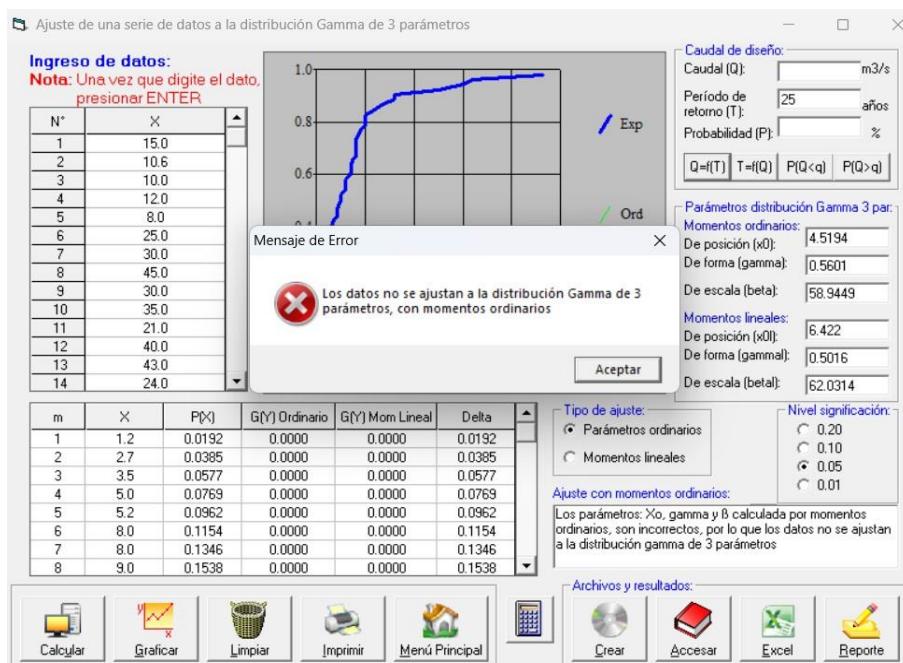
Caudal para un periodo de retorno igual a 10



Nota. Elaboración propia

Figura 46

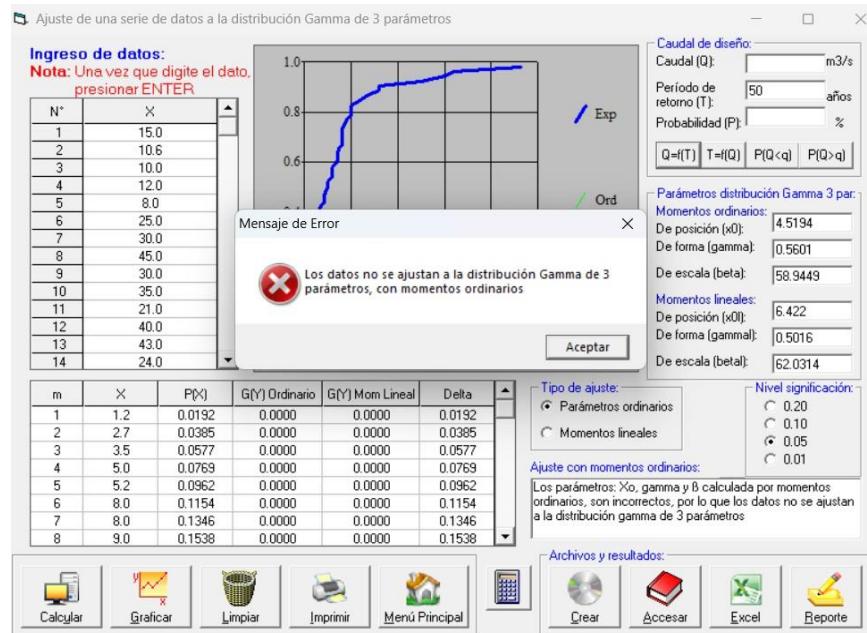
Caudal para un periodo de retorno igual a 25



Nota. Elaboración propia

Figura 47

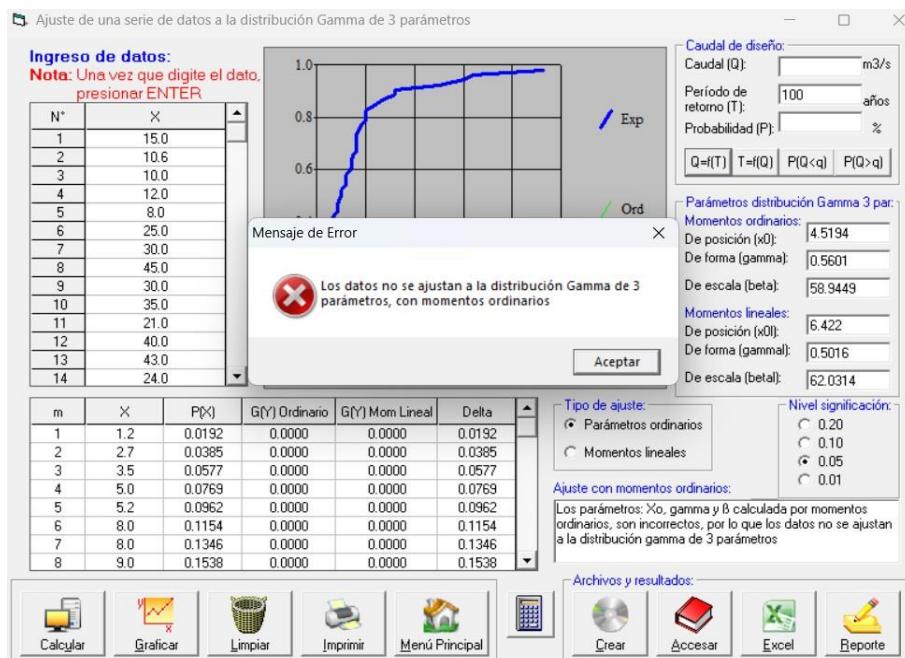
Caudal para un periodo de retorno igual a 50



Nota. Elaboración propia

Figura 48

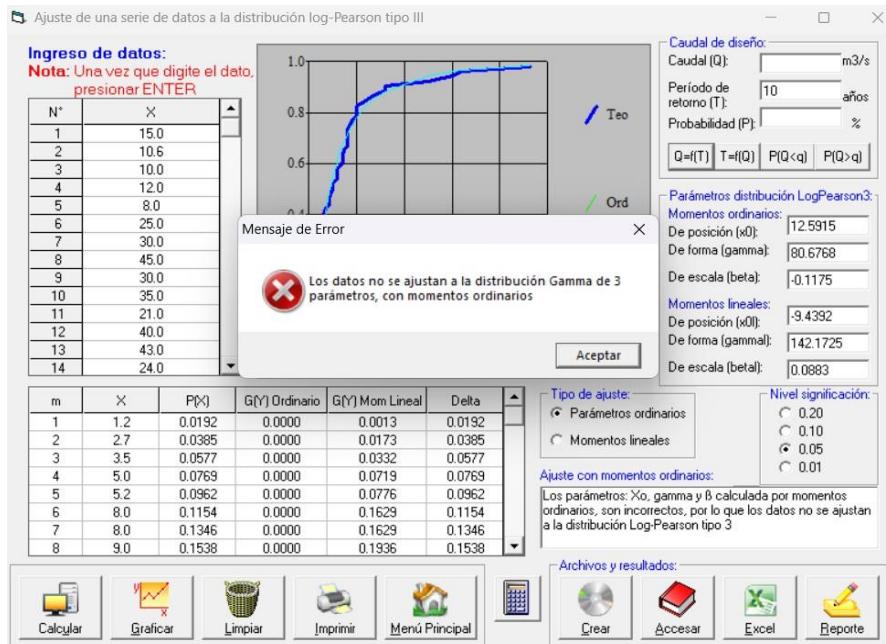
Caudal para un periodo de retorno igual a 100



Nota. Elaboración propia

Figura 51

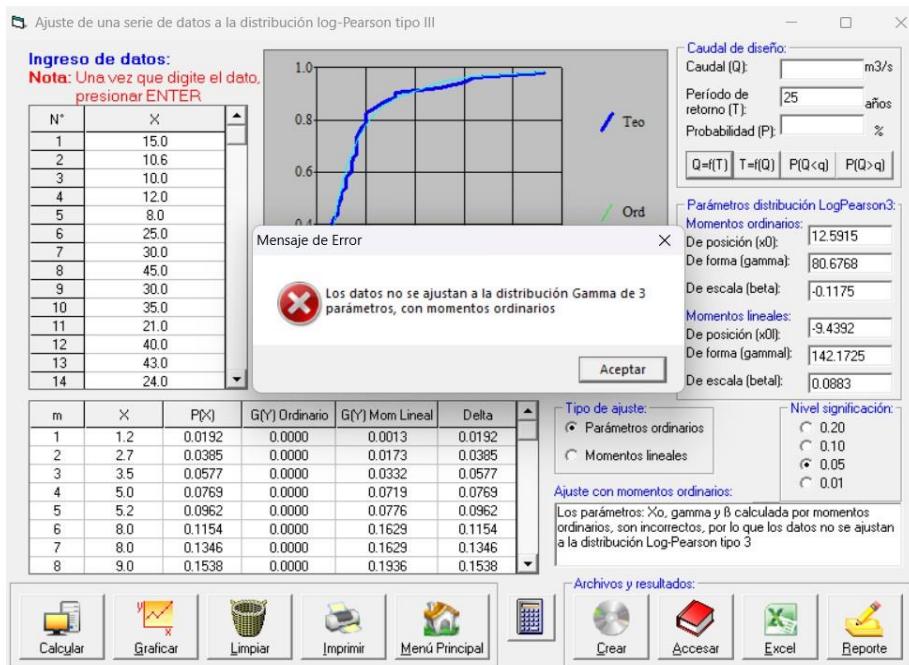
Caudal para un periodo de retorno igual a 10



Nota. Elaboración propia

Figura 52

Caudal para un periodo de retorno igual a 25

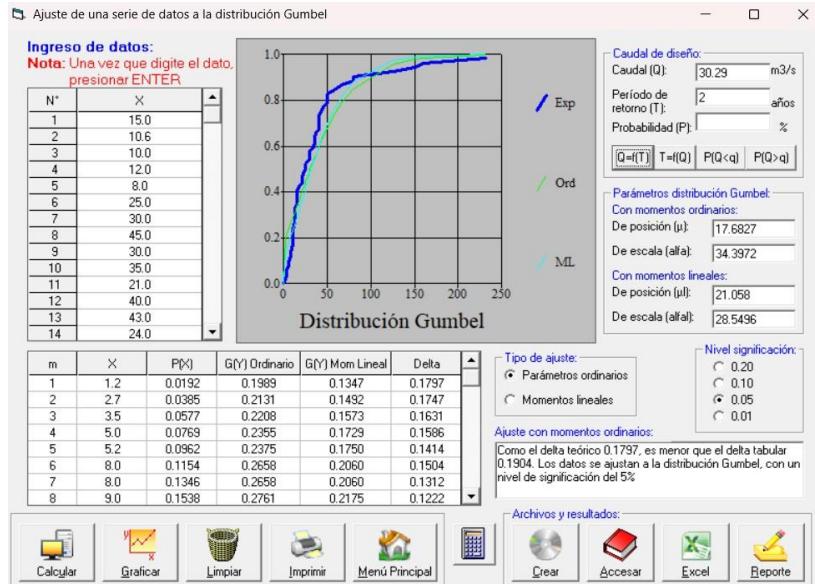


Nota. Elaboración propia

– Distribución Gumbel

Figura 55

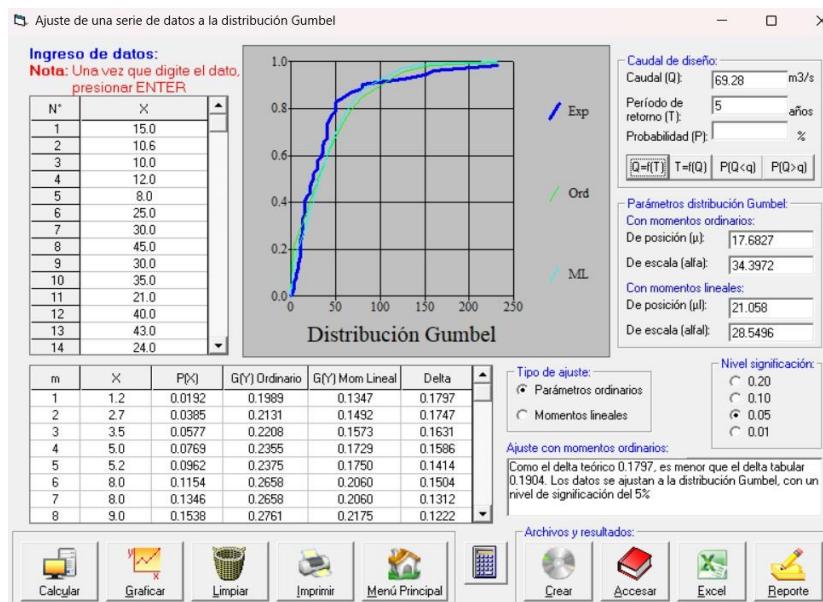
Caudal para un periodo de retorno igual a 2



Nota. Elaboración propia

Figura 56

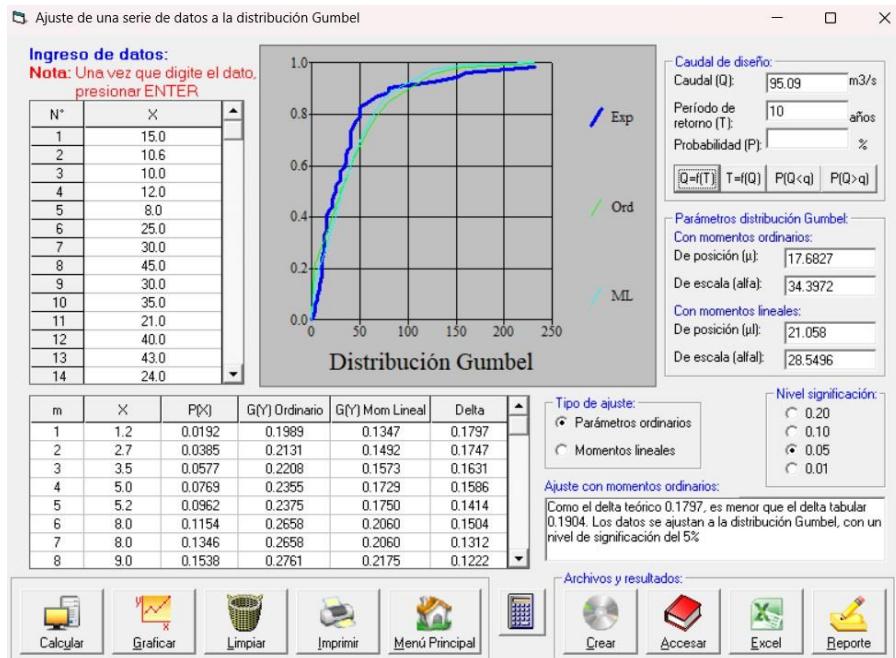
Caudal para un periodo de retorno igual a 5



Nota. Elaboración propia

Figura 57

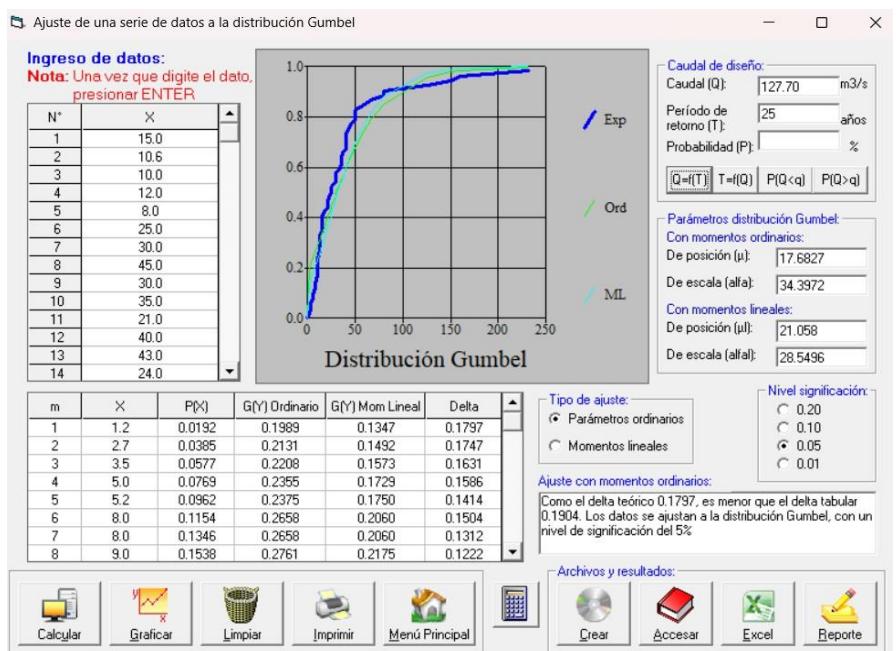
Caudal para un periodo de retorno igual a 10



Nota. Elaboración propia

Figura 58

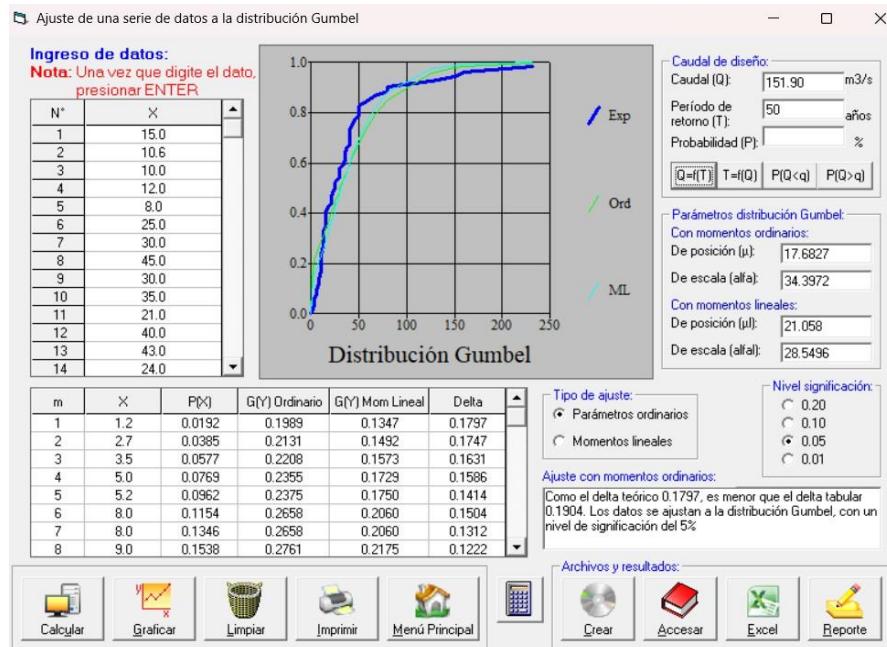
Caudal para un periodo de retorno igual a 25



Nota. Elaboración propia

Figura 59

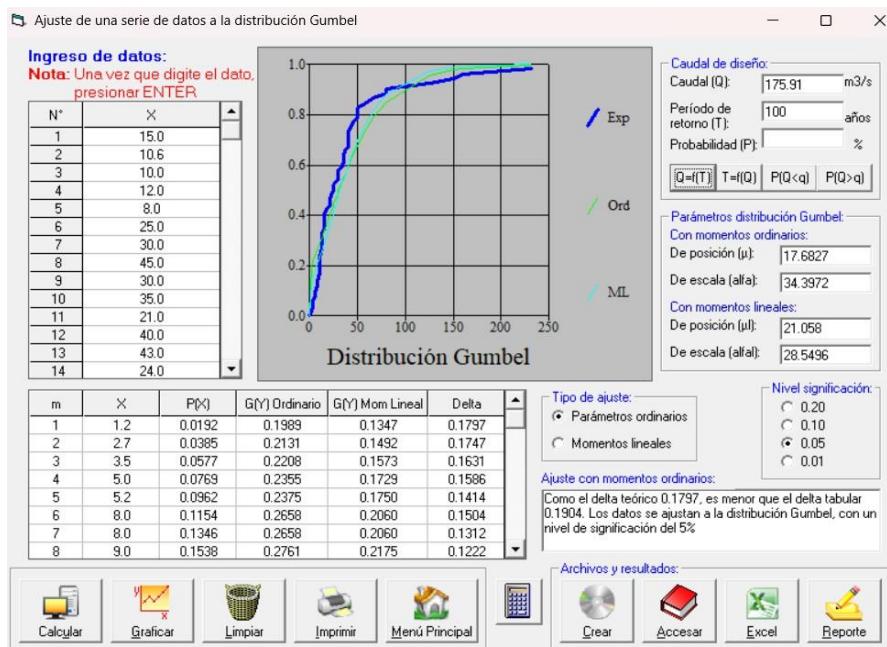
Caudal para un periodo de retorno igual a 50



Nota. Elaboración propia

Figura 60

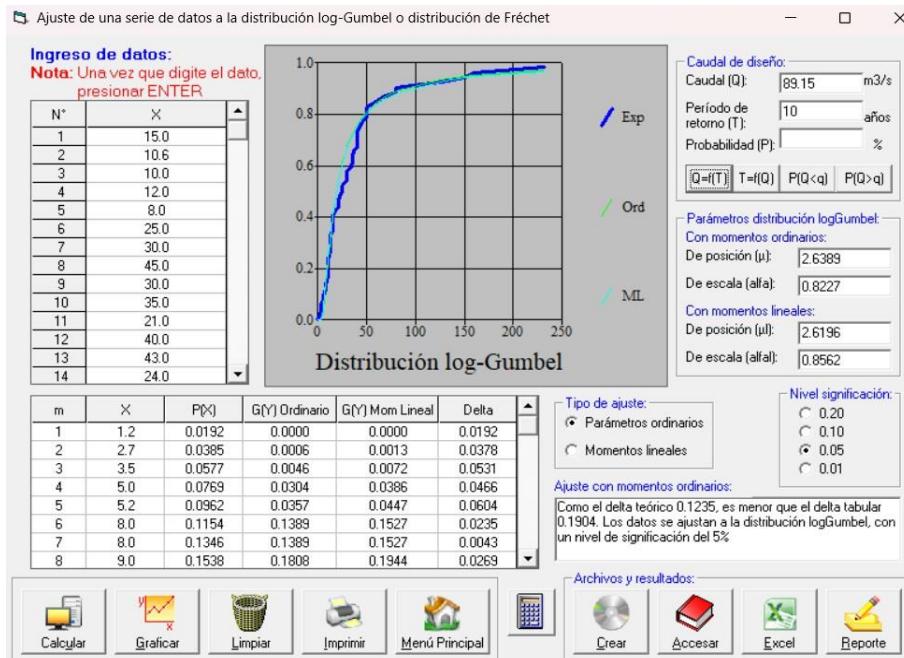
Caudal para un periodo de retorno igual a 100



Nota. Elaboración propia

Figura 63

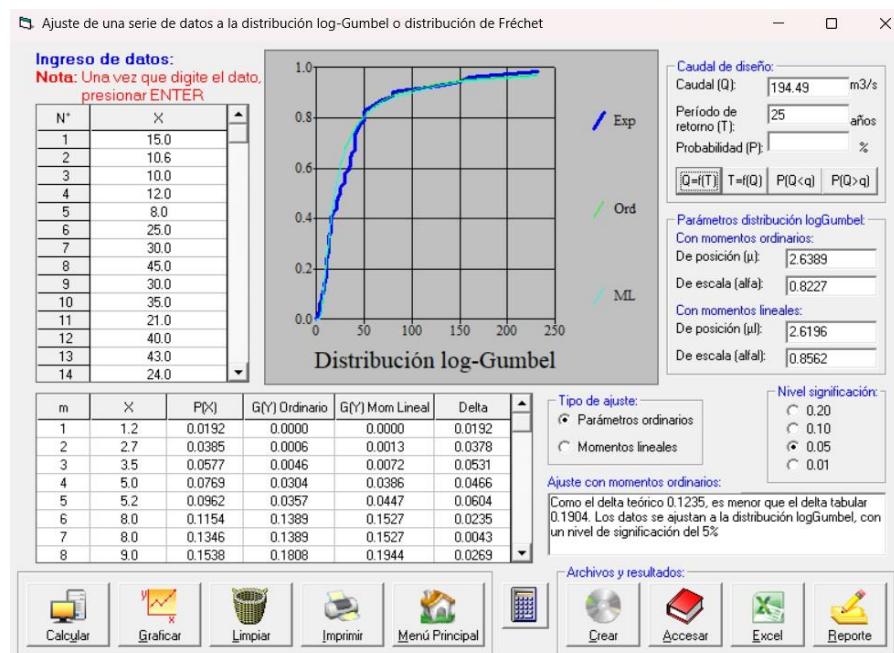
Caudal para un periodo de retorno igual a 10



Nota. Elaboración propia

Figura 64

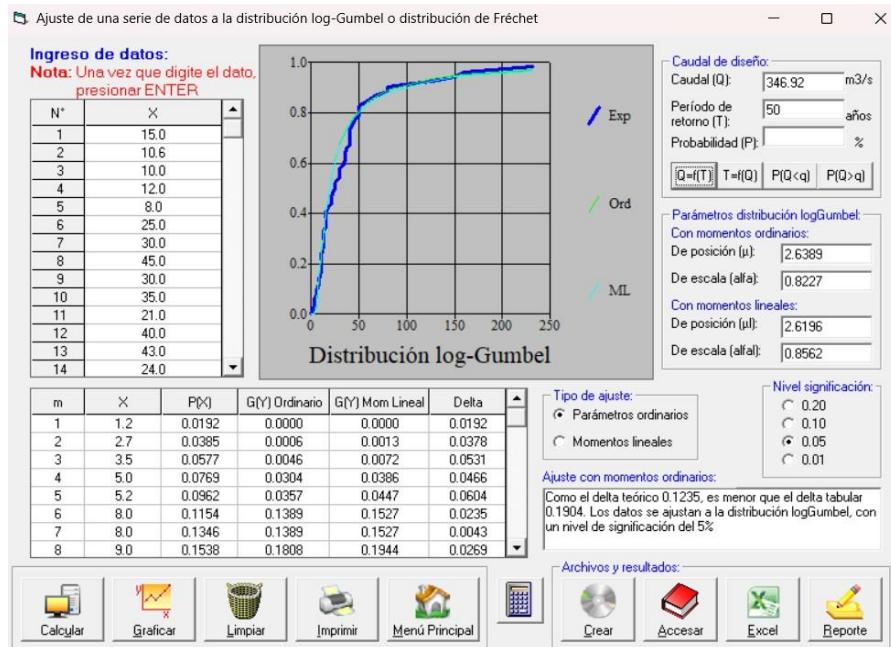
Caudal para un periodo de retorno igual a 25



Nota. Elaboración propia

Figura 65

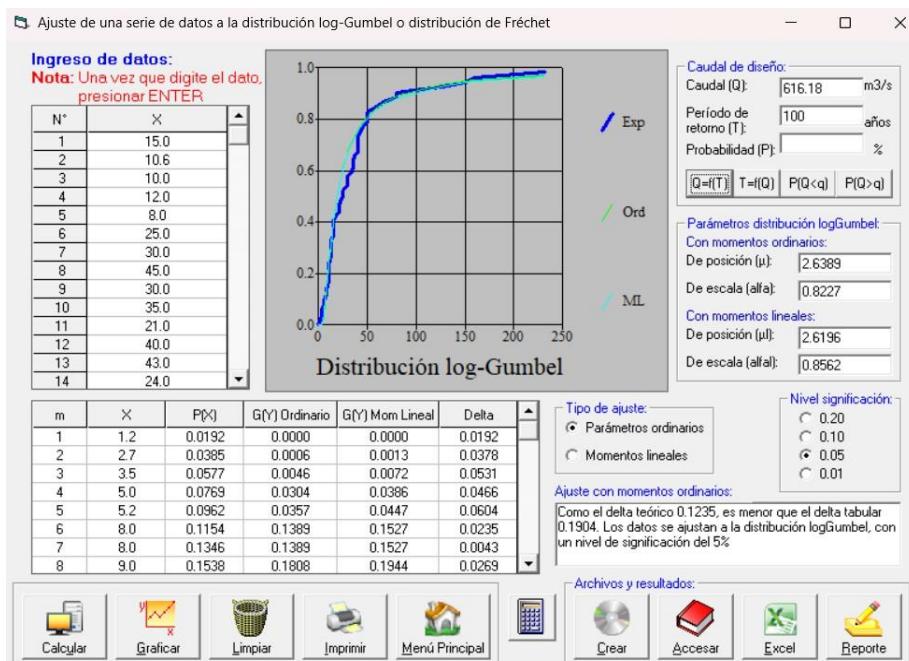
Caudal para un periodo de retorno igual a 50



Nota. Elaboración propia

Figura 66

Caudal para un periodo de retorno igual a 100



Nota. Elaboración propia



c. Análisis de las distribuciones y caudal máximo de diseño

Tabla 16

Análisis de caudales según las distribuciones probabilísticas

Distribuciones Probabilísticas	Qmáx(m ³ /s) de diseño para diferentes Tr (años)						Delta teórico	Delta tabular	mayor?	los datos se ajustan a la distribución?
	2	5	10	25	50	100				
Normal	37.54	74.66	94.08	114.79	128.16	140.19	0.2157	0.1904	-0.0253	No
Log Normal 2 parámetros	22.51	54.69	87.03	142.80	196.63	262.16	0.0611	0.1904	0.1293	Sí
Log Normal 3 parámetros	23.52	53.55	81.61	127.42	169.66	219.34	0.0751	0.1904	0.1153	Sí
Gamma 2 parámetros	27.10	59.84	84.13	115.93	139.83	163.60	0.0968	0.1904	0.0936	Sí
Gamma 3 parámetros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Log Pearson Tipo III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gumbel	30.29	69.28	95.09	127.70	151.90	175.91	0.1797	0.1904	0.0107	Sí
Log Gumbel	18.92	48.08	89.15	194.49	346.92	616.18	0.1235	0.1904	0.0669	Sí

Nota. Elaboración propia

7.3.2.2.Diseño hidráulico

a. Ancho de encauzamiento

ANCHO DE ENCAUZAMIENTO (B)

$$\text{Altunin} = B = \frac{aQ^{1/2}}{S^{1/5}}$$



$$\text{Petit} = B = 2.45Q^{1/2}$$

El valor de B será el promedio de los resultados obtenidos con las dos fórmulas

PARAMETROS PRELIMINARES

$Q_{\max}(\text{m}^3/\text{s}) = \boxed{262.16}$; Caudal máximo de diseño para un $T_r=100$ años
 $S = \boxed{0.059}$; Pendiente del río

El valor del parámetro "a" se va a obtener en base a la condición del cauce y teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 20 Parámetro según la zona y condición del cauce

Zona de río en condición de cauce	Número de Froude	Parámetro a	
		Orillas de difícil erosión (material muy cohesivo, rocas canto rodado)	Orillas erosionables (material sin cohesión, aluvial)
Zona alta de montaña Cauce rocoso cubierto de piedras	1	0.5	0.75
Zona de montaña, Cauce formado con cantos rodados, boleos y guajarros.	1.0 – 0.5	0.75	0.9
Zona en las faldas de montaña. Llegada de río al valle. Cauce formado por arena gruesa, media y fina. Corriente tranquila.	0.5 – 0.2	0.9	1.0
Zona intermedia. Cauce formado por arena gruesa, media y fina. Corriente tranquila.	0.2 – 0.04	1.0	1.10
Río caudaloso	0.2 – 0.04	1.10	1.30
Río poco caudaloso	0.3 – 0.2	1.30	1.70

a= 1.10; Parámetro

Hallando (B)

B(m) por Altunin= 31.42
 B(m) por Petit= 39.67

B(m)= 35.50 ✓

b. Coeficiente de Rugosidad

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)n_5$$

Los valores de las variables se determinarán a partir de la siguiente tabla:



Tabla 5-5 Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación (5-12)		
Condiciones del canal		Valores
Material Involucrado	Tierra	n ₀ 0.020
	Corte en roca	n ₀ 0.025
	Grava fina	n ₀ 0.024
Grado de Irregularidad	Grava gruesa	n ₀ 0.028
	Suave	n ₀ 0.000
	Menor	n ₁ 0.005
Variaciones de la sección transversal	Moderado	n ₁ 0.010
	Severo	n ₁ 0.020
	Gradual	n ₁ 0.000
Efecto relativo de las obstrucciones	Ocasionalmente alternante	n ₂ 0.005
	Frecuentemente alternante	n ₂ 0.010-0.015
	Insignificante	n ₂ 0.000
Vegetación	Menor	n ₃ 0.010-0.015
	Apreciable	n ₃ 0.020-0.030
	Severo	n ₃ 0.040-0.060
Grado de los efectos por meandros	Baja	n ₄ 0.005-0.010
	Media	n ₄ 0.010-0.025
	Alta	n ₄ 0.025-0.050
	Muy alta	n ₄ 0.050-0.100
	Menor	n ₅ 1.000
	Apreciable	n ₅ 1.150
	Severo	n ₅ 1.300

- n₀= **0.028**; Material involucrado
 n₁= **0.010**; Grado de irregularidad
 n₂= **0.005**; Variaciones de la sección transversal
 n₃= **0.000**; Efecto relativo de las obstrucciones
 n₄= **0.005**; Vegetación
 n₅= **1.000**; Grado de los efectos por meandros

Hallando (n)

$$n = \boxed{0.048} \quad \checkmark$$

c. Ventana de captación

VENTANA DE CAPTACIÓN

Altura del umbral del orificio (h_o)

Mansen recomienda que el valor del umbral del orificio sea mayor o igual a 0.60m. Para el diseño se va a considerar igual a 0.60m

$$h_o(m) = \boxed{0.60} \quad \checkmark$$

Cálculo de la altura (h) y ancho (Lv) de la ventana de captación

$$Q_d = CL_v h^{3/2}$$

PARÁMETROS PRELIMINARES

Qd(m ³ /s)=	0.40	Caudal a derivar
C=	1.84	Coeficiente de descarga

El valor de Lv es igual de 3 a 4 veces la altura de la ventana (h). Para el cálculo, el valor la longitud de la ventana será igual a 3 veces el de la altura.

$h(m) =$	0.35	✓
$Lv(m) =$	1.05	✓

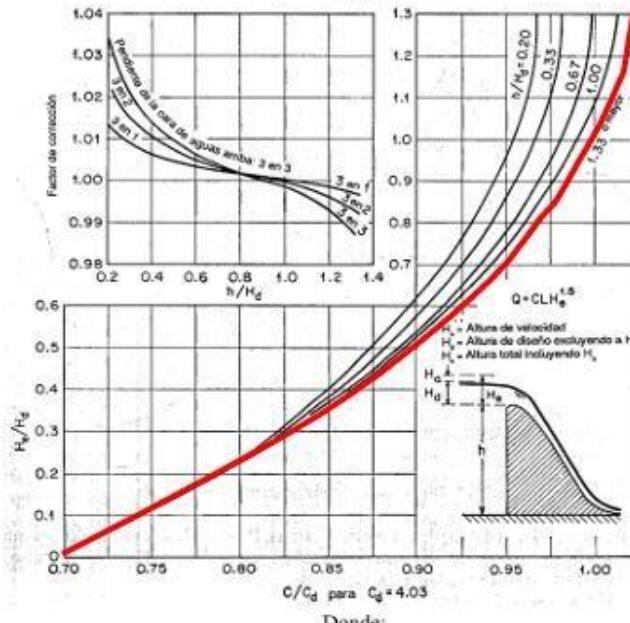
Altura sobre la ventana de captación (b)

Según mansen el valor la altura por encima de la ventana de captación debe ser mayor o igual a 0.20m

$$b(m) = \boxed{0.20} \quad \checkmark$$

d. *Cargas sobre la cresta del barraje*

Altura de agua sobre la cresta del barraje (H)



$$(A) \quad Q = CLH^{3/2} \quad ; \quad C = \text{Coeficiente de descarga}$$

$L(m) = \text{Longitud del barraje}$

$$H_e(m) = H_d + H_a, H_d = H$$

C_d igual a 4.03 en el sistema inglés y en el sistema métrico es 2.23



PARAMETROS PRELIMINARES

Qmáx(m^3/s)=	262.16	; Caudal máximo de diseño para un $T_r=100$ años
P=h(m)=	1.15	; Altura del barraje
Lb(m)=	27.9	; Longitud del barraje

Hipótesis:

● (1) ---- $He/Hd = 1.00$; $He = Hd, Ha = 0$

Ver gráfico:

C/cd =	1	; Para h/Hd igual o mayor a 1.333..
C=	2.23	

Reemplazando en la fórmula (A):

$$He = 2.61$$

● Hallando Ha : $H = \frac{V^2}{2g}$ $\leftarrow V = \frac{Q}{A}$

Va=	2.50
Ha=	0.32

● Hallando Hd :

$$Hd = 2.29$$

● Verificamos el Coeficiente de descarga (C):

$$He/Hd = 1 ; h/Hd \text{ igual a } 1.333 \text{ o mayor}$$

h/Hd =	0.50
He/Hd =	1.14

→ Al realizar la verificación no se cumple lo que se asumió en la hipótesis, entonces se prosigue con otros valores para He/Hd , donde se cumpla que $h/Hd = 1.333\dots$, o mayor. Los valores para las siguientes hipótesis que se asumieron son 0.95, 0.9, 0.85, 0.80, 0.75, 0.70, 0.65, 0.60, 0.55. Luego de la iteración para los diferentes valores asumidos, se obtiene:

He=	0.85	✓
Hd=H=	0.75	✓
Ha=	0.10	✓

e. Borte libre

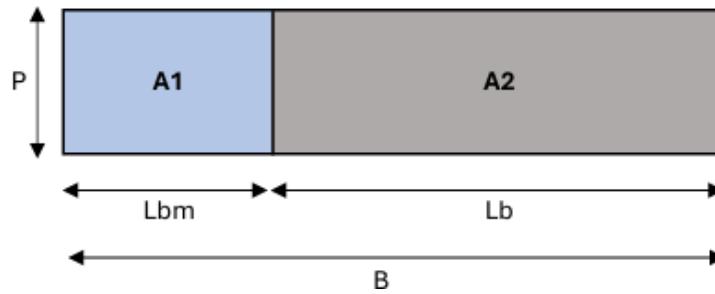
Cálculo del borte libre (f)

$$f = 0.20h_a ; h_a = h_o + h + b + H$$

$$f = 0.40 \quad \checkmark$$

f. Ancho del canal de limpia

COMPUERTA DE LIMPIA



$$A_1 = \frac{A_2}{10} ; L_{bm} = 5m \text{ o } L_{mb} = 5k$$

Lbm(m)=	x	; Longitud del barraje móvil
P(m)=	1.15	; Altura del barraje
B(m)=	35.50	; Ancho de encauzamiento
Lbm(m)=	3.23	; Longitud del barraje móvil
Lbm(m)=	5.00	; Longitud inicial " 5K"
Lcom(m)=	4.60	; Longitud de la compuerta radial ✓
Lb(m)=	27.90	; Longitud del barraje fijo ✓
Lbm(m)=	7.60	; Longitud del barraje móvil ✓

g. Barraje fijo

BARRAJE FIJO

Cálculo de la altura del barraje (P)

$$P = h_o + h + b (\approx 0.20)$$

PARAMETROS PRELIMINARES

h _o (m)=	0.60	; Altura del umbral del orificio
h(m)=	0.35	; Altura de la ventana de captación
b(m)=	0.20	; Altura sobre la ventana de captación

$$P(m)= \boxed{1.15} \quad \checkmark$$

Cálculo del ancho del barraje fijo(Lbf)

$$Lbf(m)= \boxed{27.9} \quad \checkmark$$

h. Perfil del barraje fijo

$$X^n = K * H_d^{\eta-1} * Y$$

Ecuación 19: Fórmula para determinar el perfil del barraje

Donde:

K, n = Parámetro que dependen de la pendiente de la cara aguas arriba

X, Y = Coordenadas del perfil, cuyo orígen es el punto más alto

H_d = Altura de diseño excluida la altura de velocidad del flujo aprox.

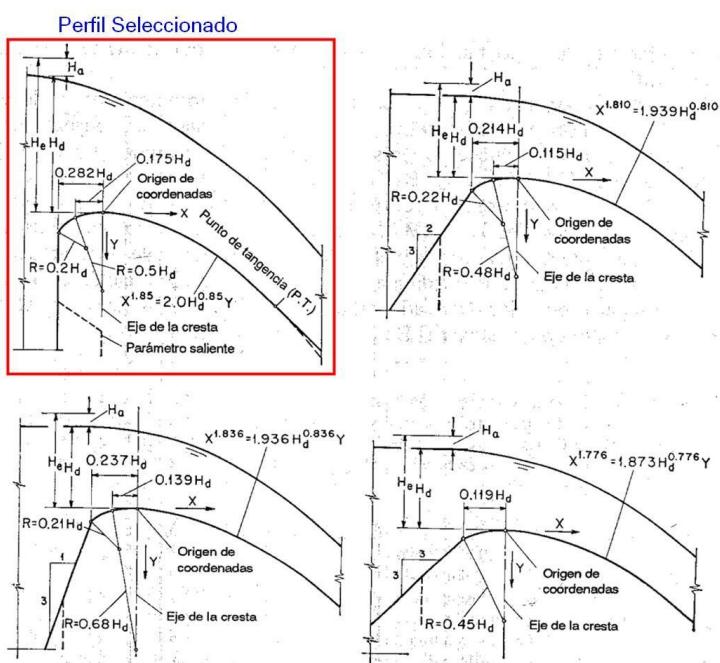
Tabla 17

Valores de K y n según la pendiente de la cara

Pendiente de la cara de aguas arriba	K	n
Vertical	2.000	1.850
3 en 1	1.936	1.836
3 en 2	1.939	1.810
3 en 3	1.873	1.776

Figura 67

Perfil seleccionado para el diseño



El valor de la altura de diseño excluida la altura de velocidad del flujo de aproximación se obtiene por:

$$Q = CLH_e^{3/2}$$

Ecuación 20: Fórmula para hallar H_d

Donde:

C = Coeficiente de descarga

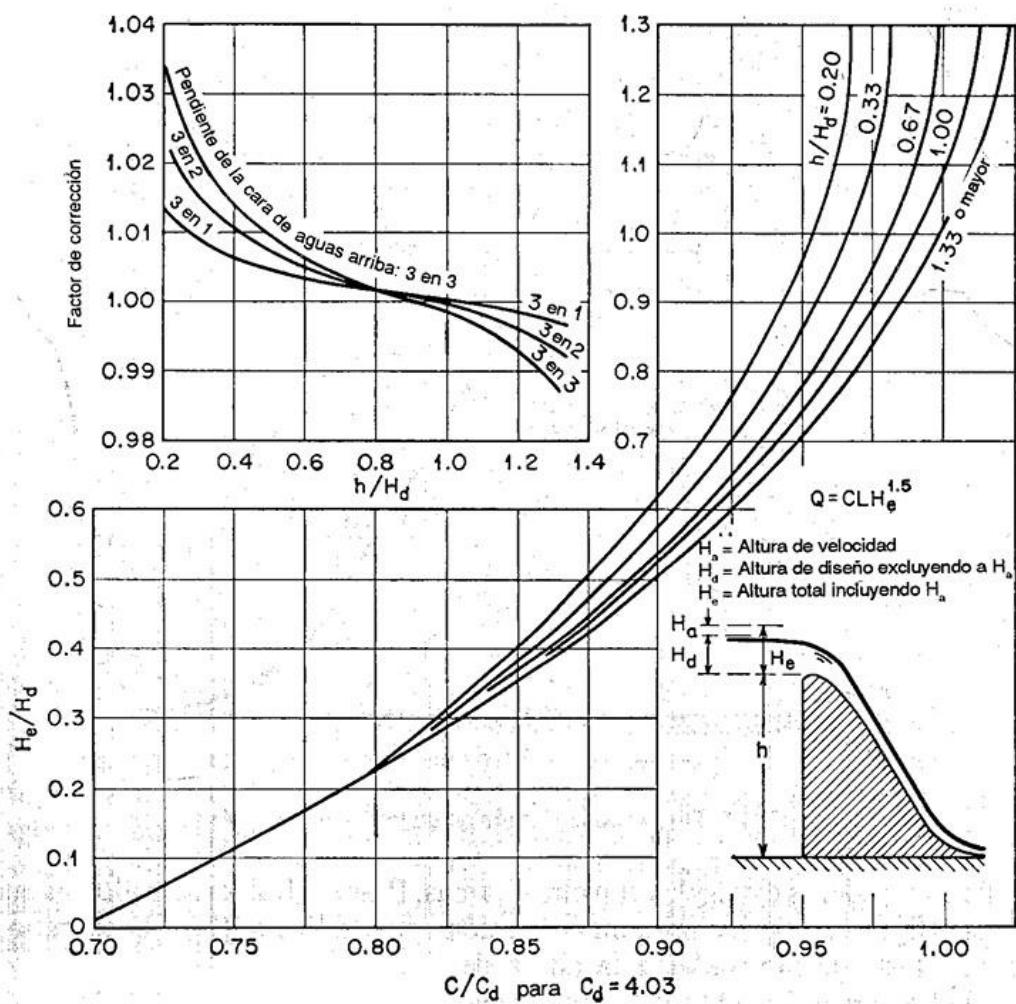
$L(m)$ = Longitud del barrage

$$H_e(m) = H_d + H_a$$

Donde H_d es la altura de diseño excluyendo H_a , y H_a es la altura de velocidad

Figura 68

Relación Altura – Caudal, formas estándares del perfil del barrage





Tabulando valores para la siguiente ecuación que define la forma del perfil del baraje, tenemos:

$$X^{1.85} = 2H_d^{0.85}Y$$

Tabla 18

Tabulación para obtener la forma del perfil aguas abajo

X	Y	(X, Y)
0.000	0.000	0 , 0
0.073	-0.005	0.073 , -0.005
0.106	-0.010	0.106 , -0.010
0.132	-0.015	0.132 , -0.015
0.154	-0.020	0.154 , -0.020
0.174	-0.025	0.174 , -0.025
0.191	-0.030	0.191 , -0.03
0.208	-0.035	0.208 , -0.035
0.224	-0.040	0.224 , -0.040
0.238	-0.045	0.238 , -0.045
0.252	-0.050	0.252 , -0.050
0.266	-0.055	0.266 , -0.055
0.279	-0.060	0.279 , -0.060
0.291	-0.065	0.291 , -0.065
0.303	-0.070	0.303 , -0.070
0.314	-0.075	0.314 , -0.075
0.325	-0.080	0.325 , -0.080



0.336	-0.085	0.336 , -0.085
0.347	-0.090	0.347 , -0.090
0.357	-0.095	0.357 , -0.095
0.367	-0.100	0.367 , -0.100
0.377	-0.105	0.377 , -0.105
0.386	-0.110	0.386 , -0.110
0.396	-0.115	0.396 , -0.115
0.405	-0.120	0.405 , -0.120
0.414	-0.125	0.414 , -0.125
0.423	-0.130	0.423 , -0.130
0.432	-0.135	0.432 , -0.135
0.440	-0.140	0.44 , -0.140
0.449	-0.145	0.449 , -0.145
0.457	-0.150	0.457 , -0.150
0.465	-0.155	0.465 , -0.155
0.473	-0.160	0.473 , -0.160
0.481	-0.165	0.481 , -0.165
0.489	-0.170	0.489 , -0.170
0.497	-0.175	0.497 , -0.175
0.504	-0.180	0.504 , -0.180
0.512	-0.185	0.512 , -0.185
0.519	-0.190	0.519 , -0.190
0.527	-0.195	0.527 , -0.195



0.534	-0.200	0.534 , -0.200
0.541	-0.205	0.541 , -0.205
0.548	-0.210	0.548 , -0.210
0.555	-0.215	0.555 , -0.215
0.562	-0.220	0.562 , -0.220
0.569	-0.225	0.569 , -0.225
0.576	-0.230	0.576 , -0.230
0.583	-0.235	0.583 , -0.235
0.589	-0.240	0.589 , -0.240
0.596	-0.245	0.596 , -0.245
0.602	-0.250	0.602 , -0.250
0.609	-0.255	0.609 , -0.255
0.615	-0.260	0.615 , -0.260
0.622	-0.265	0.622 , -0.265
0.628	-0.270	0.628 , -0.270
0.634	-0.275	0.634 , -0.275
0.640	-0.280	0.64 , -0.280
0.647	-0.285	0.647 , -0.285
0.653	-0.290	0.653 , -0.290
0.659	-0.295	0.659 , -0.295
0.665	-0.300	0.665 , -0.300
0.671	-0.305	0.671 , -0.305
0.677	-0.310	0.677 , -0.310



0.683	-0.315	0.683 , -0.315
0.688	-0.320	0.688 , -0.320
0.694	-0.325	0.694 , -0.325
0.700	-0.330	0.700 , -0.330
0.706	-0.335	0.706 , -0.335
0.711	-0.340	0.711 , -0.340
0.717	-0.345	0.717 , -0.345
0.723	-0.350	0.723 , -0.350
0.728	-0.355	0.728 , -0.355
0.734	-0.360	0.734 , -0.360
0.739	-0.365	0.739 , -0.365
0.745	-0.370	0.745 , -0.370
0.750	-0.375	0.75 , -0.375
0.755	-0.380	0.755 , -0.380
0.761	-0.385	0.761 , -0.385
0.766	-0.390	0.766 , -0.390
0.771	-0.395	0.771 , -0.395
0.777	-0.400	0.777 , -0.400
0.782	-0.405	0.782 , -0.405
0.787	-0.410	0.787 , -0.410
0.792	-0.415	0.792 , -0.415
0.797	-0.420	0.797 , -0.420
0.802	-0.425	0.802 , -0.425



0.808	-0.430	0.808 , -0.430
0.813	-0.435	0.813 , -0.435
0.818	-0.440	0.818 , -0.440
0.823	-0.445	0.823 , -0.445
0.828	-0.450	0.828 , -0.450
0.833	-0.455	0.833 , -0.455
0.838	-0.460	0.838 , -0.460
0.842	-0.465	0.842 , -0.465
0.847	-0.470	0.847 , -0.47
0.852	-0.475	0.852 , -0.475
0.857	-0.480	0.857 , -0.480
0.862	-0.485	0.862 , -0.485
0.867	-0.490	0.867 , -0.490
0.871	-0.495	0.871 , -0.495
0.876	-0.500	0.876 , -0.500
0.881	-0.505	0.881 , -0.505
0.886	-0.510	0.886 , -0.510
0.890	-0.515	0.89 , -0.515
0.895	-0.520	0.895 , -0.520
0.900	-0.525	0.900 , -0.525
0.904	-0.530	0.904 , -0.530
0.909	-0.535	0.909 , -0.535
0.913	-0.540	0.913 , -0.540



0.918	-0.545	0.918 , -0.545
0.923	-0.550	0.923 , -0.550
0.927	-0.555	0.927 , -0.555
0.932	-0.560	0.932 , -0.560
0.936	-0.565	0.936 , -0.565
0.940	-0.570	0.940 , -0.570
0.945	-0.575	0.945 , -0.575
0.949	-0.580	0.949 , -0.580
0.954	-0.585	0.954 , -0.585
0.958	-0.590	0.958 , -0.590
0.963	-0.595	0.963 , -0.595
0.967	-0.600	0.967 , -0.600
0.971	-0.605	0.971 , -0.605
0.976	-0.610	0.976 , -0.610
0.980	-0.615	0.980 , -0.615
0.984	-0.620	0.984 , -0.620
0.989	-0.625	0.989 , -0.625
0.993	-0.630	0.993 , -0.630
0.997	-0.635	0.997 , -0.635
1.001	-0.640	1.001 , -0.640
1.005	-0.645	1.005 , -0.645
1.010	-0.650	1.010 , -0.650
1.014	-0.655	1.014 , -0.655



1.018	-0.660	1.018 , -0.660
1.022	-0.665	1.022 , -0.665
1.026	-0.670	1.026 , -0.670
1.030	-0.675	1.030 , -0.675
1.035	-0.680	1.035 , -0.680
1.039	-0.685	1.039 , -0.685
1.043	-0.690	1.043 , -0.690
1.047	-0.695	1.047 , -0.695
1.051	-0.700	1.051 , -0.700
1.055	-0.705	1.055 , -0.705
1.059	-0.710	1.059 , -0.710
1.063	-0.715	1.063 , -0.715
1.067	-0.720	1.067 , -0.720
1.071	-0.725	1.071 , -0.725
1.075	-0.730	1.075 , -0.730
1.079	-0.735	1.079 , -0.735
1.083	-0.740	1.083 , -0.740
1.087	-0.745	1.087 , -0.745
1.091	-0.750	1.091 , -0.750
1.095	-0.755	1.095 , -0.755
1.099	-0.760	1.099 , -0.760
1.103	-0.765	1.103 , -0.765
1.107	-0.770	1.107 , -0.770



1.110	-0.775	1.11 , -0.775
1.114	-0.780	1.114 , -0.780
1.118	-0.785	1.118 , -0.785
1.122	-0.790	1.122 , -0.790
1.126	-0.795	1.126 , -0.795
1.130	-0.800	1.130 , -0.800
1.133	-0.805	1.133 , -0.805
1.137	-0.810	1.137 , -0.810
1.141	-0.815	1.141 , -0.815
1.145	-0.820	1.145 , -0.820
1.149	-0.825	1.149 , -0.825
1.152	-0.830	1.152 , -0.830
1.156	-0.835	1.156 , -0.835
1.160	-0.840	1.16 , -0.840
1.164	-0.845	1.164 , -0.845
1.167	-0.850	1.167 , -0.850
1.171	-0.855	1.171 , -0.855
1.175	-0.860	1.175 , -0.860
1.178	-0.865	1.178 , -0.865
1.182	-0.870	1.182 , -0.870
1.186	-0.875	1.186 , -0.875
1.189	-0.880	1.189 , -0.880
1.193	-0.885	1.193 , -0.885



1.197	-0.890	1.197 , -0.890
1.200	-0.895	1.200 , -0.895
1.204	-0.900	1.204 , -0.900
1.207	-0.905	1.207 , -0.905
1.211	-0.910	1.211 , -0.910
1.215	-0.915	1.215 , -0.915
1.218	-0.920	1.218 , -0.920
1.222	-0.925	1.222 , -0.925
1.225	-0.930	1.225 , -0.930
1.229	-0.935	1.229 , -0.935
1.233	-0.940	1.233 , -0.940
1.236	-0.945	1.236 , -0.945
1.240	-0.950	1.24 , -0.950
1.243	-0.955	1.243 , -0.955
1.247	-0.960	1.247 , -0.960
1.250	-0.965	1.25 , -0.965
1.254	-0.970	1.254 , -0.970
1.257	-0.975	1.257 , -0.975
1.261	-0.980	1.261 , -0.980
1.264	-0.985	1.264 , -0.985
1.268	-0.990	1.268 , -0.990
1.271	-0.995	1.271 , -0.995
1.274	-1.000	1.274 , -1.000



1.278	-1.005	1.278 , -1.005
1.281	-1.010	1.281 , -1.010
1.285	-1.015	1.285 , -1.015
1.288	-1.020	1.288 , -1.020
1.292	-1.025	1.292 , -1.025
1.295	-1.030	1.295 , -1.030
1.298	-1.035	1.298 , -1.035
1.302	-1.040	1.302 , -1.040
1.305	-1.045	1.305 , -1.045
1.308	-1.050	1.308 , -1.050
1.312	-1.055	1.312 , -1.055
1.315	-1.060	1.315 , -1.060
1.319	-1.065	1.319 , -1.065
1.322	-1.070	1.322 , -1.070
1.325	-1.075	1.325 , -1.075
1.329	-1.080	1.329 , -1.080
1.332	-1.085	1.332 , -1.085
1.335	-1.090	1.335 , -1.090
1.339	-1.095	1.339 , -1.095
1.342	-1.100	1.342 , -1.100
1.345	-1.105	1.345 , -1.105
1.348	-1.110	1.348 , -1.110
1.352	-1.115	1.352 , -1.115



1.355	-1.120	1.355 , -1.120
1.358	-1.125	1.358 , -1.125
1.361	-1.130	1.361 , -1.130
1.365	-1.135	1.365 , -1.135
1.368	-1.140	1.368 , -1.140
1.371	-1.145	1.371 , -1.145
1.374	-1.150	1.374 , -1.150
1.378	-1.155	1.378 , -1.155
1.381	-1.160	1.381 , -1.160
1.384	-1.165	1.384 , -1.165
1.387	-1.170	1.387 , -1.170
1.391	-1.175	1.391 , -1.175
1.394	-1.180	1.394 , -1.180
1.397	-1.185	1.397 , -1.185
1.400	-1.190	1.400 , -1.190
1.403	-1.195	1.403 , -1.195
1.406	-1.200	1.406 , -1.200
1.410	-1.205	1.410 , -1.205
1.413	-1.210	1.413 , -1.210
1.416	-1.215	1.416 , -1.215
1.419	-1.220	1.419 , -1.220
1.422	-1.225	1.422 , -1.225
1.425	-1.230	1.425 , -1.230



1.428	-1.235	1.428 , -1.235
1.432	-1.240	1.432 , -1.240
1.435	-1.245	1.435 , -1.245
1.438	-1.250	1.438 , -1.250
1.441	-1.255	1.441 , -1.255
1.444	-1.260	1.444 , -1.260
1.447	-1.265	1.447 , -1.265
1.450	-1.270	1.450 , -1.270
1.453	-1.275	1.453 , -1.275
1.456	-1.280	1.456 , -1.280
1.459	-1.285	1.459 , -1.285
1.462	-1.290	1.462 , -1.290
1.466	-1.295	1.466 , -1.295
1.469	-1.300	1.469 , -1.300
1.472	-1.305	1.472 , -1.305
1.475	-1.310	1.475 , -1.310
1.478	-1.315	1.478 , -1.315
1.481	-1.320	1.481 , -1.320
1.484	-1.325	1.484 , -1.325
1.487	-1.330	1.487 , -1.330
1.490	-1.335	1.490 , -1.335
1.493	-1.340	1.493 , -1.340
1.496	-1.345	1.496 , -1.345



1.499	-1.350	1.499 , -1.350
1.502	-1.355	1.502 , -1.355
1.505	-1.360	1.505 , -1.360
1.508	-1.365	1.508 , -1.365
1.511	-1.370	1.511 , -1.370
1.514	-1.375	1.514 , -1.375
1.517	-1.380	1.517 , -1.380
1.520	-1.385	1.520 , -1.385
1.523	-1.390	1.523 , -1.390
1.526	-1.395	1.526 , -1.395
1.529	-1.400	1.529 , -1.400
1.532	-1.405	1.532 , -1.405
1.535	-1.410	1.535 , -1.410
1.537	-1.415	1.537 , -1.415
1.540	-1.420	1.540 , -1.420
1.543	-1.425	1.543 , -1.425
1.546	-1.430	1.546 , -1.430
1.549	-1.435	1.549 , -1.435
1.552	-1.440	1.552 , -1.440
1.555	-1.445	1.555 , -1.445
1.558	-1.450	1.558 , -1.450
1.561	-1.455	1.561 , -1.455
1.564	-1.460	1.564 , -1.460

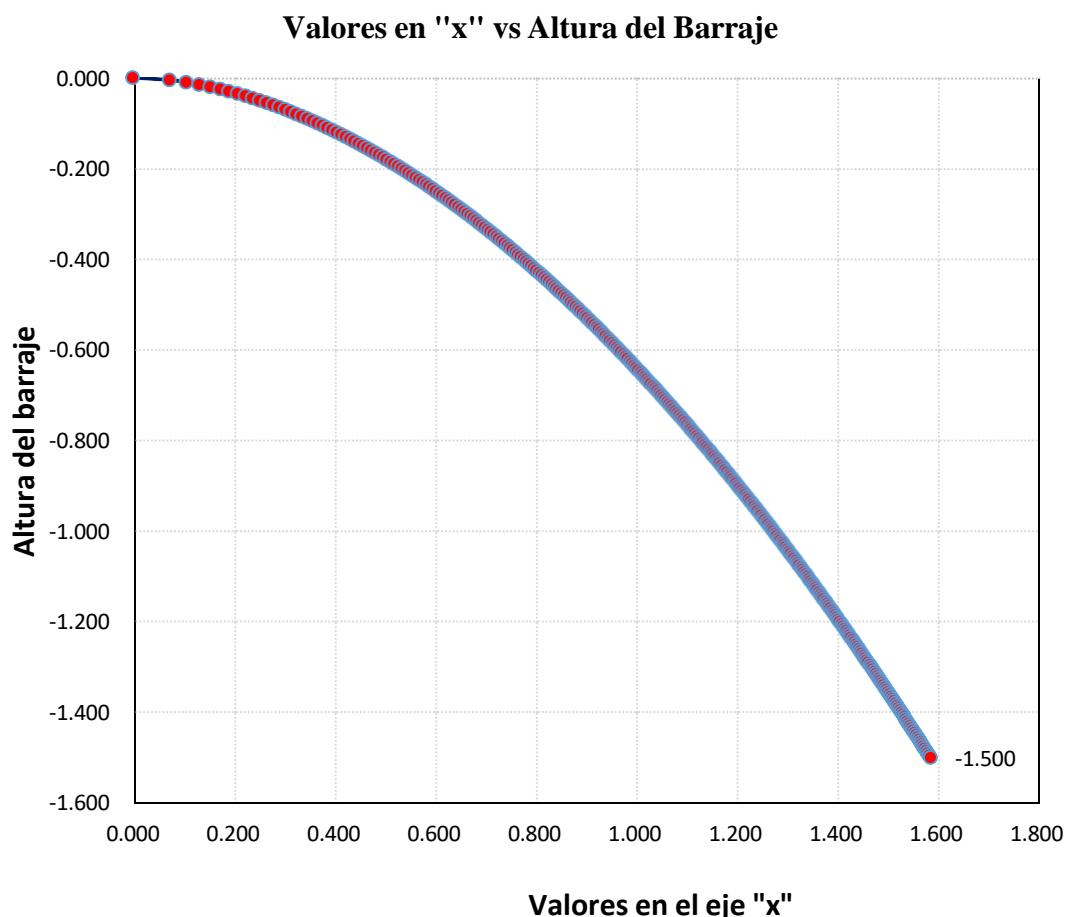


1.567	-1.465	1.567 , -1.465
1.569	-1.470	1.569 , -1.47
1.572	-1.475	1.572 , -1.475
1.575	-1.480	1.575 , -1.480
1.578	-1.485	1.578 , -1.485
1.581	-1.490	1.581 , -1.490
1.584	-1.495	1.584 , -1.495
1.587	-1.500	1.587 , -1.500

Nota. Elaboración propia

Figura 69

Gráfico del Perfil del barraje aguas abajo



Nota. Elaboración propia

Además:

$$R_1 = 0.5 * H_d$$

$$R_2 = 0.2 * H_d$$

$$D_1 = 0.175 * H_d$$

$$D_2 = 0.282 * H_d$$

$H_d = \boxed{0.75}$; Altura de agua

Además:

$R_1 = 0.5 * H_d =$	0.38	✓
$R_2 = 0.2 * H_d =$	0.15	✓
$D_1 = 0.175 * H_d =$	0.13	✓
$D_2 = 0.282 * H_d =$	0.21	✓

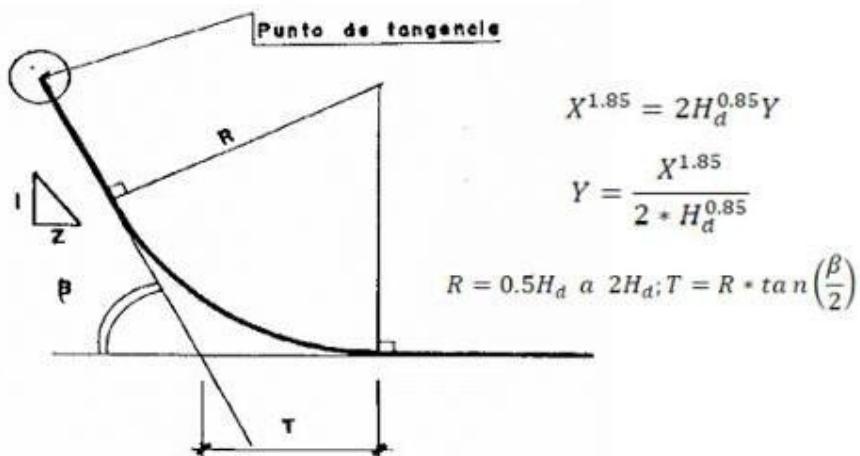
Luego, tabulando valores, tenemos la forma del perfil aguas abajo desde el punto mas alto de la cresta del barraje

- Punto de tangencia (P.T.), R y T

Se recomienda que el valor del talud (Z) se encuentre desde 0.6 a 0.8.

■ Punto de tangencia, R y T

El punto de Tangencia P.T. se halla derivando la ecuación



Se recomienda que el valor del talud (Z) se encuentre desde 0.6 a 0.8.



$$Hd = \boxed{0.75} ; \text{ Altura de agua}$$

$$\rightarrow Y = 0.64X^{1.85} \quad (\text{A})$$

$$\rightarrow \frac{dy}{dx} = 1.18x^{0.85} \quad (\text{B})$$

$$z = \boxed{0.80} ; \text{ se asume}$$

$$\beta = \boxed{51.34} ; \text{ ángulo}$$

Para hallar x, igualamos la derivada y la tangente del ángulo:

$$x = \boxed{0.59} ; \text{ abscisa del P.T.}$$

Para hallar y, reemplazamos "x" en (A)

$$y = \boxed{0.24} ; \text{ ordenada del P.T.}$$

$$\text{P.T.} = \boxed{(0.59, 0.24)} ; \text{ ordenada del P.T.} \quad \checkmark$$

$$R = \boxed{1.50} ; \text{ Radio} \quad \checkmark$$

$$T = \boxed{0.89} ; \text{ Distancia} \quad \checkmark$$

i. Tirantes conjugados y longitud del Colchón disipador

COLCHÓN DISIPADOR

Tirante conjugado 1 (d1)

$g(m/s^2) =$	9.81	; Gravedad
$P(m) =$	1.15	; Altura del barraje
$Hd(m) =$	0.75	; Carga de agua
$Q_{\max}(m^3/s) =$	262.16	; Caudal máximo de diseño para un Tr=100 años
$L_b(m) =$	27.90	; Longitud del barraje fijo
$V_0(m/s) =$	4.95	; Velocidad en la cresta del barraje fijo
$Q_0(m^3/s) =$	103.49	; Caudal que ingresa por el perfil del barraje fijo
		; $Q_0 = Q_1$, por continuidad
$q_1 =$	3.71	; Caudal unitario en el eje "1"

Comprobando los valores del tirante conjugado 1 (d1)

r	d ₁ (supuesto)	V ₁	d ₁ (comprobando)
0.6	0.10	8.31	0.45
0.7		8.43	0.44
0.8		8.55	0.43
0.9		8.66	0.43
0.6	0.20	8.19	0.45
0.7		8.31	0.45
0.8		8.43	0.44
0.9		8.55	0.43
0.6	0.30	8.07	0.46
0.7		8.19	0.45
0.8		8.31	0.45
0.9		8.43	0.44
0.6	0.40	7.95	0.47
0.7		8.07	0.46
0.8		8.19	0.45
0.9		8.31	0.45
0.6	0.50	7.83	0.47
0.7	0.50	7.95	0.47
0.8		8.07	0.46
0.9		8.19	0.45



0.6	0.60	7.70	0.48
0.7		7.83	0.47
0.8		7.95	0.47
0.9		8.07	0.46
0.6	0.70	7.57	0.49
0.7		7.70	0.48
0.8		7.83	0.47
0.9		7.95	0.47
0.6		7.44	0.50

0.7	0.80	7.57	0.49
0.8		7.70	0.48
0.9		7.83	0.47
0.6		7.31	0.51
0.7	0.90	7.44	0.50
0.8		7.57	0.49
0.9		7.70	0.48

Entonces:

$d_1(m) = $	0.50	✓
$r(m) = $	0.60	✓; Altura del escalon
$V_1(m/s) = $	7.83	✓; Velocidad al pie del barreje

■ Tirante conjugado 2 (d_2)

$$d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\frac{d_1^2}{4} + \frac{2d_1V_1^2}{g}}$$

$d_1(m) = $	0.50	; Tirante conjugado 1
$V_1(m/s) = $	7.83	; Velocidad en 1
$g(m/s^2) = $	9.81	; Gravedad

$$d_2(m) = 2.26 \quad \checkmark$$

■ Longitud del colchón disipador

$d_1(m) = $	0.50	; Tirante conjugado 1
$d_2(m) = $	2.26	; Tirante conjugado 2
$v_1 = $	7.83	; Velocidad en 1
$F_1 = $	3.54	; Froude en 1

$$\text{Schoklitsch}(m) = 8.8 \quad ; \text{Longitud} \qquad L = (5 \text{ a } 6) \times (d_2 - d_1) \quad ; \text{por Schoklitsch}$$

$$\text{Safranez}(m) = 10.6 \quad ; \text{Longitud} \qquad L = 6 d_1 \cdot F_1, \quad F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gd_1}} \quad ; \text{por Safranez}$$

$$\text{USBR}(m) = 9.0 \quad ; \text{Longitud} \qquad L = 4 d_2 \quad ; \text{por USBR}$$

$$\text{Promedio}(m) = 9.5 \quad ; \text{ Longitud } \checkmark$$

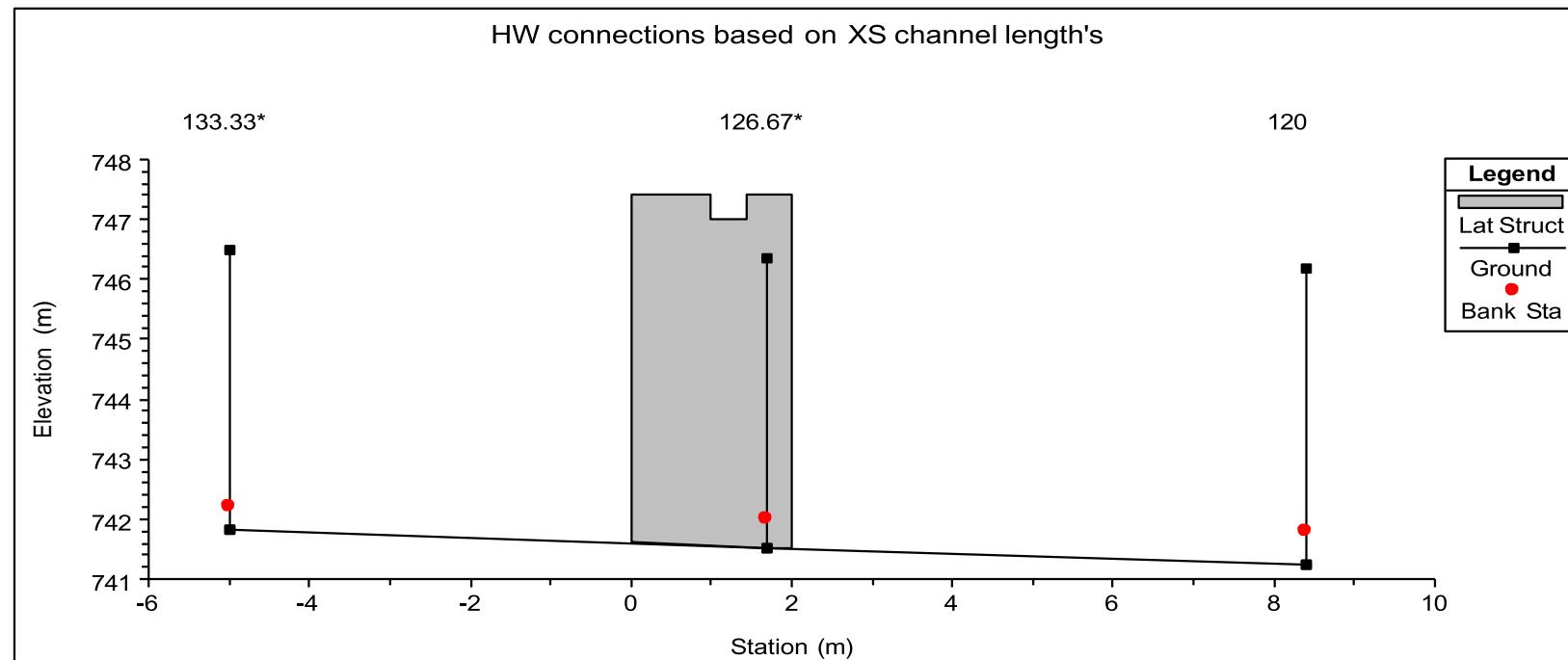
7.3.3. Análisis hidráulico con el programa HEC-RAS 6.6

7.3.3.1. Modelamiento sin barraje

a. Canal de derivación

Figura 70

Canal de derivación

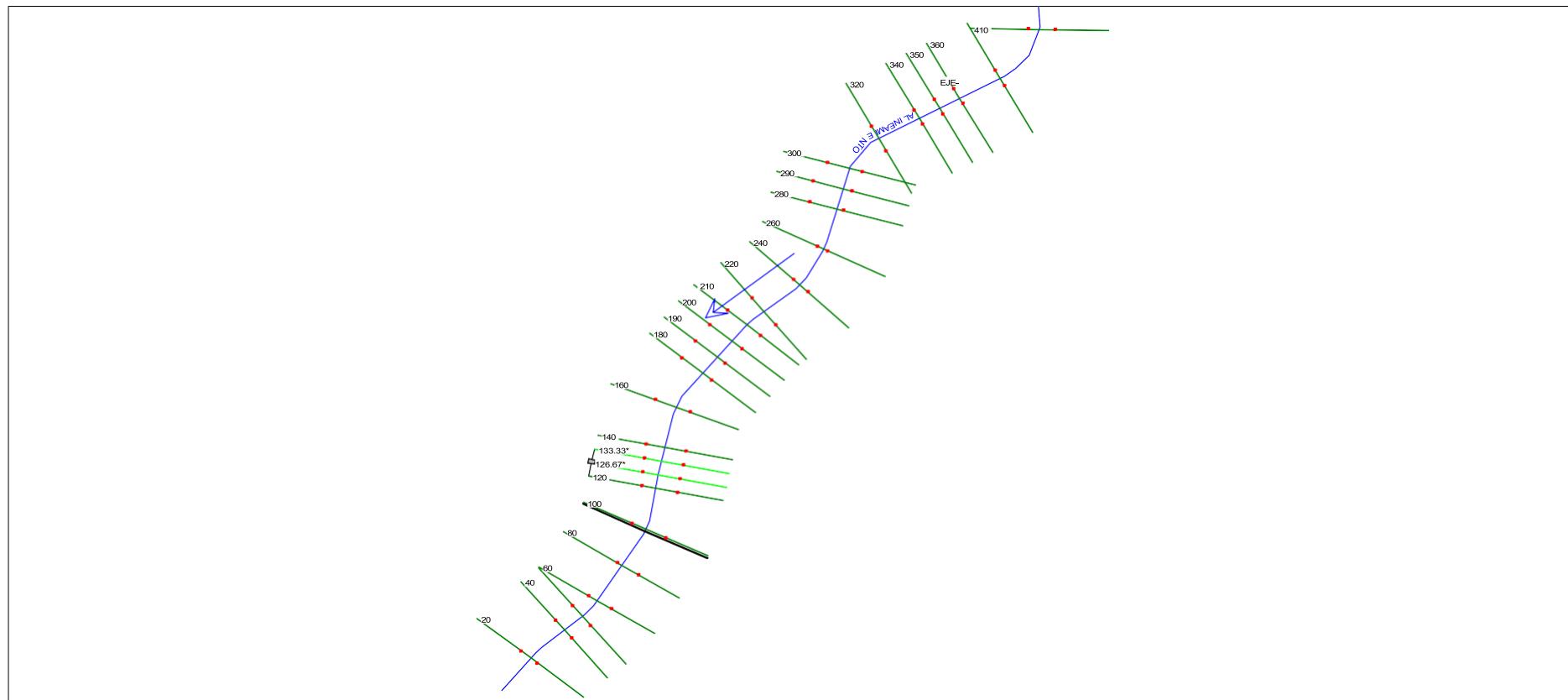


Nota. Elaboración propia

b. Perfil

Figura 71

Perfil



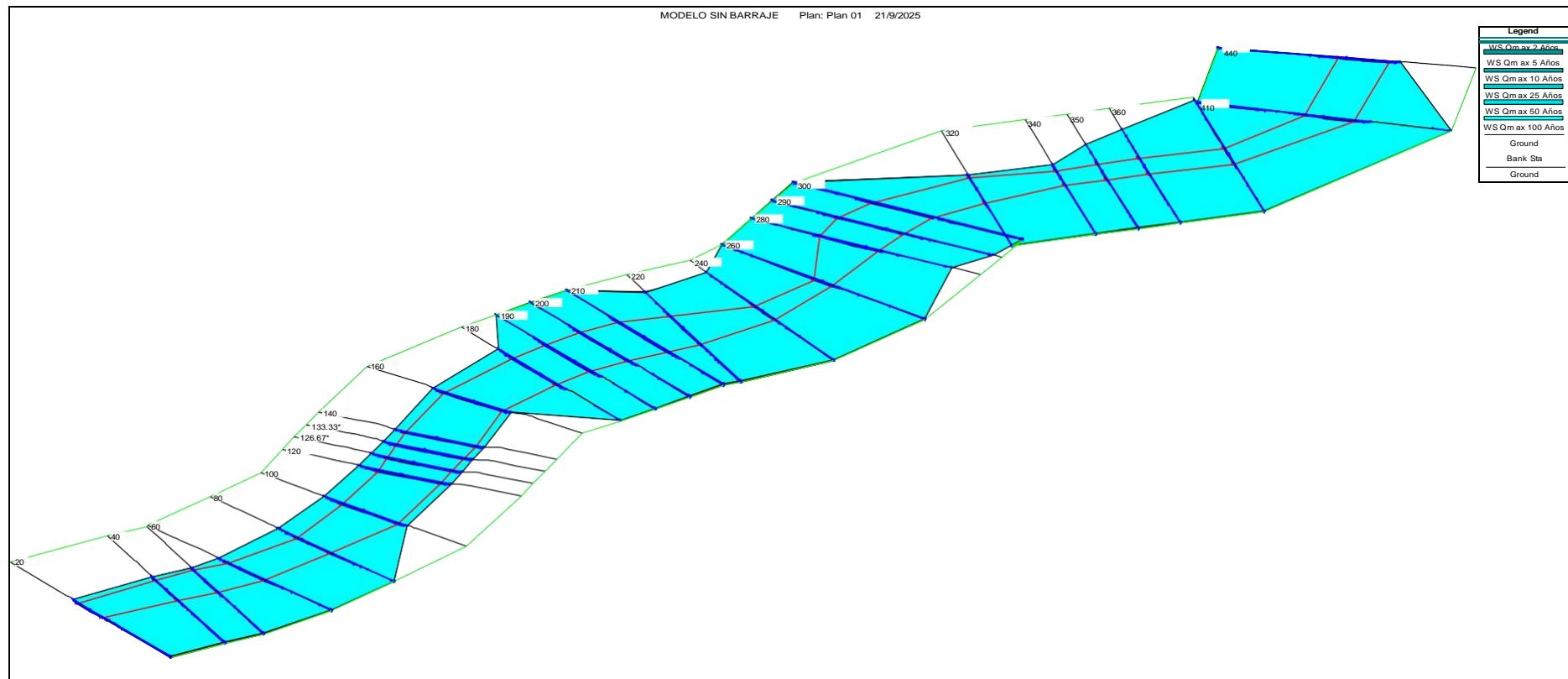
Nota. Elaboración propia



c. Perspectiva

Figura 72

Perspectiva

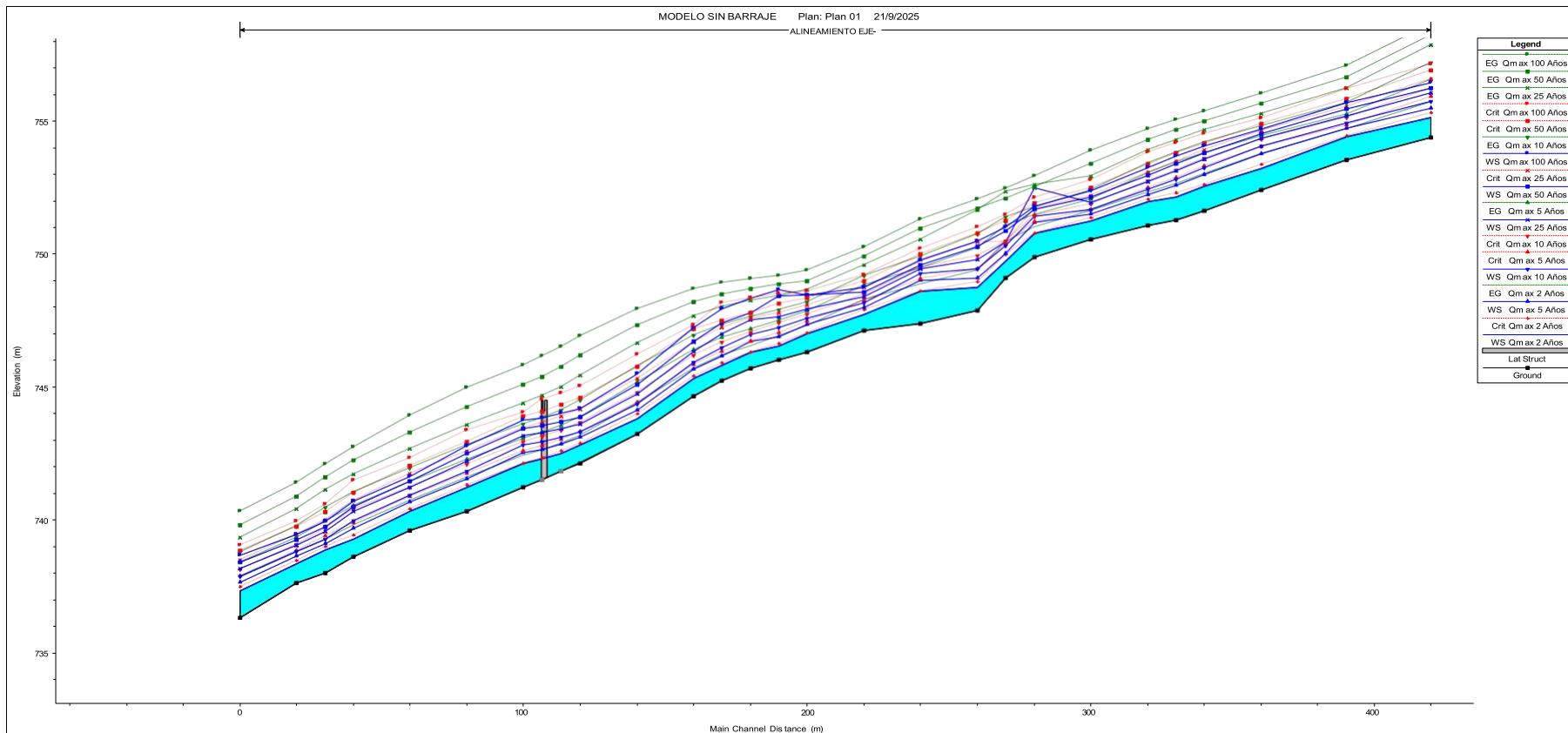


Nota. Elaboración propia

d. Perfil en Hec - Ras

Figura 73

Perfil en Hec - Ras



Nota. Elaboración propia



e. Resultados en Hec – Ras

Tabla 19

STANDARD TABLE 1

Reach	River	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	Crit	E.G.	E.G.	Vel Chnl	Flow	Top	Froude
	Sta			El	Elev	W.S.	Elev	Slope		Area	Width	# Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
EJE-	440	Qmax 2 Años	22.51	754.38	755.11	755.28	755.69	0.05904	3.39	6.83	14.08	1.46
EJE-	440	Qmax 5 Años	54.69	754.38	755.47	755.91	756.55	0.059076	4.73	12.48	17.57	1.59
EJE-	440	Qmax 10 Años	87.03	754.38	755.73	756.22	757.18	0.059038	5.59	17.43	24.24	1.65
EJE-	440	Qmax 25 Años	142.8	754.38	756.03	756.56	757.84	0.059031	6.53	28.56	41.89	1.72
EJE-	440	Qmax 50 Años	196.63	754.38	756.23	756.89	758.21	0.059043	7.09	36.65	42.18	1.76
EJE-	440	Qmax 100 Años	262.16	754.38	756.43	757.13	758.64	0.059003	7.64	45.09	42.48	1.79
EJE-	410	Qmax 2 Años	22.51	753.52	754.39	754.42	754.67	0.023545	2.49	10.3	22.6	0.96



EJE-	410	Qmax 5 Años	54.69	753.52	754.72	754.83	755.22	0.026953	3.46	19.17	29.51	1.09
EJE-	410	Qmax 10 Años	87.03	753.52	754.9	755.12	755.66	0.03367	4.32	24.86	32.36	1.26
EJE-	410	Qmax 25 Años	142.8	753.52	755.19	755.52	756.23	0.036712	5.2	34.67	36.82	1.36
EJE-	410	Qmax 50 Años	196.63	753.52	755.44	755.81	756.63	0.035089	5.65	44.77	40.65	1.36
EJE-	410	Qmax 100 Años	262.16	753.52	755.68	756.2	757.05	0.034726	6.11	54.77	45.34	1.39
EJE-	380	Qmax 2 Años	22.51	752.39	753.21	753.34	753.75	0.039098	3.37	7.18	11.52	1.25
EJE-	380	Qmax 5 Años	54.69	752.39	753.76	754.01	754.43	0.026095	3.99	17.43	25.46	1.12
EJE-	380	Qmax 10 Años	87.03	752.39	754.06	754.3	754.81	0.025164	4.49	27.25	40.97	1.14
EJE-	380	Qmax 25 Años	142.8	752.39	754.34	754.63	755.27	0.027687	5.25	40.59	53.86	1.23
EJE-	380	Qmax 50 Años	196.63	752.39	754.51	754.88	755.64	0.031568	5.95	50.18	56.89	1.33
EJE-	380	Qmax 100 Años	262.16	752.39	754.68	755.08	756.02	0.034967	6.6	59.96	58.67	1.42
EJE-	360	Qmax 2 Años	22.51	751.62	752.53	752.6	753	0.03453	3.15	7.63	11.67	1.17
EJE-	360	Qmax 5 Años	54.69	751.62	752.97	753.28	753.8	0.036173	4.42	15.51	23.2	1.3
EJE-	360	Qmax 10 Años	87.03	751.62	753.25	753.58	754.2	0.034838	4.99	23.53	35.79	1.32



EJE-	360	Qmax 25 Años	142.8	751.62	753.57	753.9	754.65	0.033613	5.59	36.71	43.54	1.34
EJE-	360	Qmax 50 Años	196.63	751.62	753.79	754.15	754.99	0.033202	6.01	46.52	45.85	1.36
EJE-	360	Qmax 100 Años	262.16	751.62	754.03	754.5	755.34	0.031625	6.34	58.24	49.25	1.35
EJE-	350	Qmax 2 Años	22.51	751.25	752.14	752.27	752.64	0.035975	3.25	7.39	11.25	1.2
EJE-	350	Qmax 5 Años	54.69	751.25	752.57	752.84	753.42	0.037676	4.51	15.74	26.81	1.33
EJE-	350	Qmax 10 Años	87.03	751.25	752.8	753.14	753.83	0.038966	5.17	22.63	33.83	1.39
EJE-	350	Qmax 25 Años	142.8	751.25	753.12	753.48	754.29	0.036815	5.76	34.09	36.11	1.4
EJE-	350	Qmax 50 Años	196.63	751.25	753.39	753.77	754.65	0.033551	6.05	44.25	39.95	1.37
EJE-	350	Qmax 100 Años	262.16	751.25	753.67	754.16	755.03	0.0305	6.3	56.14	44.31	1.33
EJE-	340	Qmax 2 Años	22.51	751.06	751.96	752.04	752.32	0.022069	2.83	9.34	20.74	0.96
EJE-	340	Qmax 5 Años	54.69	751.06	752.23	752.49	753.02	0.038554	4.48	16.64	30.8	1.33
EJE-	340	Qmax 10 Años	87.03	751.06	752.43	752.73	753.41	0.041754	5.19	23.51	35.46	1.43
EJE-	340	Qmax 25 Años	142.8	751.06	752.7	753.05	753.89	0.042116	5.88	33.03	35.76	1.48
EJE-	340	Qmax 50 Años	196.63	751.06	752.94	753.34	754.28	0.039315	6.23	41.73	36.03	1.46
EJE-	340	Qmax 100 Años	262.16	751.06	753.23	753.8	754.69	0.035288	6.49	52.05	36.34	1.42



EJE-	320	Qmax 2 Años	22.51	750.53	751.23	751.36	751.61	0.064676	3	8.8	29.92	1.47
EJE-	320	Qmax 5 Años	54.69	750.53	751.48	751.64	752.04	0.053864	3.75	17.51	35.19	1.45
EJE-	320	Qmax 10 Años	87.03	750.53	751.66	751.86	752.4	0.051971	4.3	23.88	35.77	1.48
EJE-	320	Qmax 25 Años	142.8	750.53	751.93	752.2	752.92	0.048758	4.98	33.56	37.1	1.5
EJE-	320	Qmax 50 Años	196.63	750.53	752.13	752.47	753.37	0.048482	5.54	41.01	37.18	1.53
EJE-	320	Qmax 100 Años	262.16	750.53	752.35	752.77	753.87	0.047547	6.08	49.3	37.26	1.56
EJE-	300	Qmax 2 Años	22.51	749.86	750.76	750.76	751	0.026556	2.17	10.65	22.9	0.97
EJE-	300	Qmax 5 Años	54.69	749.86	751.18	751.21	751.48	0.017699	2.64	25.02	52.65	0.87
EJE-	300	Qmax 10 Años	87.03	749.86	751.4	751.45	751.75	0.017886	3.06	37.68	58.47	0.91
EJE-	300	Qmax 25 Años	142.8	749.86	752.48	751.69	752.58	0.002312	1.71	101.92	60	0.37
EJE-	300	Qmax 50 Años	196.63	749.86	751.66	751.89	752.5	0.03387	4.82	53.08	60	1.29
EJE-	300	Qmax 100 Años	262.16	749.86	751.77	752.11	752.93	0.042396	5.66	59.52	60	1.47
EJE-	290	Qmax 2 Años	22.51	749.1	749.74	749.96	750.44	0.138976	3.75	6.17	19.7	2.07
EJE-	290	Qmax 5 Años	54.69	749.1	750.03	750.35	751.06	0.093061	4.64	12.72	25.52	1.87



EJE-	290	Qmax 10 Años	87.03	749.1	750.29	750.47	751.37	0.063318	4.85	19.98	29.14	1.64
EJE-	290	Qmax 25 Años	142.8	749.1	750.45	750.45	752.34	0.090203	6.47	24.88	36.44	2.01
EJE-	290	Qmax 50 Años	196.63	749.1	750.85	751.24	752.08	0.043686	5.56	45.7	56.56	1.48
EJE-	290	Qmax 100 Años	262.16	749.1	751.01	751.46	752.45	0.045758	6.12	55.21	57.9	1.54
EJE-	280	Qmax 2 Años	22.51	747.86	748.75	748.95	749.38	0.079813	3.52	6.42	13.92	1.65
EJE-	280	Qmax 5 Años	54.69	747.86	749.1	749.43	750.22	0.074956	4.7	11.82	16.81	1.73
EJE-	280	Qmax 10 Años	87.03	747.86	749.42	749.91	750.75	0.056048	5.16	17.41	17.79	1.59
EJE-	280	Qmax 25 Años	142.8	747.86	749.78	750.45	751.63	0.055023	6.18	25.52	27.6	1.65
EJE-	280	Qmax 50 Años	196.63	747.86	750.26	750.77	751.68	0.031456	5.67	44.13	50.61	1.31
EJE-	280	Qmax 100 Años	262.16	747.86	750.48	751.01	752.06	0.032092	6.16	55.51	52.38	1.35
EJE-	260	Qmax 2 Años	22.51	747.37	748.58	748.58	748.86	0.013923	2.71	11.32	20.03	0.8
EJE-	260	Qmax 5 Años	54.69	747.37	749.01	749.04	749.46	0.01654	3.64	21.22	25.83	0.92
EJE-	260	Qmax 10 Años	87.03	747.37	749.27	749.48	749.89	0.020108	4.44	29.55	44.76	1.04
EJE-	260	Qmax 25 Años	142.8	747.37	749.43	749.79	750.53	0.033865	6.08	37.91	55.91	1.37
EJE-	260	Qmax 50 Años	196.63	747.37	749.59	749.99	750.93	0.04025	6.98	47.2	60	1.51



EJE-	260	Qmax 100 Años	262.16	747.37	749.74	750.2	751.28	0.043517	7.6	56.41	60	1.59
EJE-	240	Qmax 2 Años	22.51	747.1	747.72	747.91	748.28	0.080699	3.63	7.13	22.19	1.67
EJE-	240	Qmax 5 Años	54.69	747.1	747.99	748.24	748.82	0.072623	4.65	15.14	36.26	1.71
EJE-	240	Qmax 10 Años	87.03	747.1	748.16	748.47	749.17	0.073356	5.34	21.94	44.12	1.78
EJE-	240	Qmax 25 Años	142.8	747.1	748.38	748.73	749.58	0.070445	6.03	32.19	49.25	1.8
EJE-	240	Qmax 50 Años	196.63	747.1	748.55	748.96	749.9	0.06674	6.45	40.9	51.09	1.8
EJE-	240	Qmax 100 Años	262.16	747.1	748.75	749.21	750.24	0.061177	6.78	51.19	53.19	1.76
EJE-	220	Qmax 2 Años	22.51	746.31	747	747.03	747.29	0.029267	2.4	9.77	21.5	1.03
EJE-	220	Qmax 5 Años	54.69	746.31	747.34	747.47	747.84	0.02934	3.3	19.14	33.76	1.12
EJE-	220	Qmax 10 Años	87.03	746.31	747.57	747.73	748.19	0.027895	3.76	27.66	37.99	1.13
EJE-	220	Qmax 25 Años	142.8	746.31	747.91	748.08	748.64	0.024943	4.24	41.56	44.35	1.12
EJE-	220	Qmax 50 Años	196.63	746.31	748.46	748.34	748.97	0.011815	3.6	67.33	50.36	0.81
EJE-	220	Qmax 100 Años	262.16	746.31	748.44	748.61	749.37	0.021942	4.88	66.29	49.98	1.1
EJE-	210	Qmax 2 Años	22.51	746.01	746.53	746.62	746.9	0.051	2.7	8.46	20.45	1.31



EJE-	210	Qmax 5 Años	54.69	746.01	746.89	747.04	747.49	0.03775	3.49	16.24	22.35	1.24
EJE-	210	Qmax 10 Años	87.03	746.01	747.23	747.39	747.91	0.027193	3.75	25.3	32.49	1.12
EJE-	210	Qmax 25 Años	142.8	746.01	747.64	747.79	748.41	0.022022	4.14	40.07	38.86	1.06
EJE-	210	Qmax 50 Años	196.63	746.01	748.43	748.13	748.85	0.007601	3.2	77.47	60	0.67
EJE-	210	Qmax 100 Años	262.16	746.01	748.64	748.52	749.18	0.008927	3.67	90.28	60	0.73
EJE-	200	Qmax 2 Años	22.51	745.7	746.29	746.29	746.55	0.027778	2.28	10.07	19.81	1
EJE-	200	Qmax 5 Años	54.69	745.7	746.7	746.71	747.16	0.023296	3.06	18.52	21.24	1.01
EJE-	200	Qmax 10 Años	87.03	745.7	746.98	747.06	747.65	0.024321	3.71	24.54	23.13	1.07
EJE-	200	Qmax 25 Años	142.8	745.7	747.51	747.58	748.24	0.017084	3.96	41.09	35.89	0.95
EJE-	200	Qmax 50 Años	196.63	745.7	747.79	747.79	748.69	0.01792	4.48	51.65	39.33	1
EJE-	200	Qmax 100 Años	262.16	745.7	748.33	748.33	749.06	0.011602	4.22	80.26	58.14	0.84
EJE-	190	Qmax 2 Años	22.51	745.24	745.81	745.89	746.18	0.046501	2.73	8.43	18.67	1.27
EJE-	190	Qmax 5 Años	54.69	745.24	746.17	746.33	746.84	0.04018	3.7	15.38	20.13	1.29
EJE-	190	Qmax 10 Años	87.03	745.24	746.47	746.67	747.34	0.035008	4.24	21.62	21.3	1.27
EJE-	190	Qmax 25 Años	142.8	745.24	746.99	747.24	748	0.025214	4.62	33.21	24.95	1.15



EJE-	190	Qmax 50 Años	196.63	745.24	747.4	747.49	748.48	0.020639	4.86	46.35	35.95	1.08
EJE-	190	Qmax 100 Años	262.16	745.24	747.92	748.15	748.91	0.015078	4.82	69.9	55.66	0.96
EJE-	180	Qmax 2 Años	22.51	744.65	745.33	745.41	745.71	0.048253	2.76	8.36	18.7	1.29
EJE-	180	Qmax 5 Años	54.69	744.65	745.65	745.85	746.39	0.047862	3.9	14.6	19.99	1.4
EJE-	180	Qmax 10 Años	87.03	744.65	745.91	746.19	746.93	0.045206	4.58	19.98	21.04	1.43
EJE-	180	Qmax 25 Años	142.8	744.65	746.32	746.68	747.66	0.039308	5.31	28.78	22.65	1.4
EJE-	180	Qmax 50 Años	196.63	744.65	746.71	747.16	748.18	0.031914	5.61	38.04	24.23	1.32
EJE-	180	Qmax 100 Años	262.16	744.65	747.22	747.33	748.67	0.023509	5.66	52.27	35.67	1.18
EJE-	160	Qmax 2 Años	22.51	743.22	743.79	743.97	744.39	0.091254	3.43	6.6	16.79	1.73
EJE-	160	Qmax 5 Años	54.69	743.22	744.11	744.43	745.18	0.075246	4.6	12.13	17.78	1.73
EJE-	160	Qmax 10 Años	87.03	743.22	744.37	744.8	745.79	0.067908	5.35	16.77	18.57	1.73
EJE-	160	Qmax 25 Años	142.8	743.22	744.75	745.32	746.64	0.059052	6.2	24.06	19.76	1.7
EJE-	160	Qmax 50 Años	196.63	743.22	745.08	745.76	747.3	0.052347	6.76	30.78	20.79	1.66
EJE-	160	Qmax 100 Años	262.16	743.22	745.48	746.23	747.94	0.044461	7.16	39.24	22.02	1.58



EJE-	140	Qmax 2 Años	22.51	742.14	742.82	742.88	743.16	0.039876	2.58	8.81	18.6	1.18
EJE-	140	Qmax 5 Años	54.69	742.14	743.11	743.31	743.88	0.049769	3.92	14.24	19.43	1.42
EJE-	140	Qmax 10 Años	87.03	742.14	743.32	743.66	744.5	0.055357	4.85	18.42	20.05	1.56
EJE-	140	Qmax 25 Años	142.8	742.14	743.62	744.16	745.42	0.060157	6.04	24.55	20.91	1.7
EJE-	140	Qmax 50 Años	196.63	742.14	743.88	744.58	746.17	0.060185	6.83	30.12	21.67	1.75
EJE-	140	Qmax 100 Años	262.16	742.14	744.19	745.03	746.91	0.056324	7.47	37.06	22.59	1.75
EJE-	133.33*	Qmax 2 Años	22.51	741.84	742.51	742.58	742.88	0.044472	2.71	8.42	18.06	1.24
EJE-	133.33*	Qmax 5 Años	54.69	741.84	742.86	743.03	743.56	0.040673	3.73	15.02	19.14	1.3
EJE-	133.33*	Qmax 10 Años	87.03	741.84	743.11	743.38	744.13	0.042209	4.53	19.89	19.9	1.39
EJE-	133.33*	Qmax 25 Años	142.8	741.84	743.43	743.89	745	0.046661	5.65	26.43	20.87	1.52
EJE-	133.33*	Qmax 50 Años	196.63	741.84	743.7	744.32	745.74	0.048731	6.48	32.04	21.67	1.6
EJE-	133.33*	Qmax 100 Años	262.16	741.84	744	744.75	746.51	0.048261	7.2	38.78	22.65	1.64
EJE-	130	Lat										
		Struct										



EJE-	126.67*	Qmax 2 Años	22.51	741.53	742.31	742.33	742.61	0.030959	2.45	9.36	17.93	1.06
EJE-	126.67*	Qmax 5 Años	54.69	741.53	742.66	742.78	743.29	0.034137	3.57	15.81	19.03	1.21
EJE-	126.67*	Qmax 10 Años	87.03	741.53	742.93	743.14	743.84	0.034987	4.31	21.05	19.88	1.28
EJE-	126.67*	Qmax 25 Años	142.8	741.53	743.28	743.65	744.67	0.038025	5.35	28.18	20.98	1.39
EJE-	126.67*	Qmax 50 Años	196.63	741.53	743.55	744.08	745.38	0.040639	6.17	33.96	21.87	1.48
EJE-	126.67*	Qmax 100 Años	262.16	741.53	743.85	744.53	746.14	0.041864	6.95	40.64	22.84	1.54
EJE-	120	Qmax 2 Años	22.51	741.23	742.11	742.13	742.41	0.030141	2.43	9.46	17.84	1.05
EJE-	120	Qmax 5 Años	54.69	741.23	742.55	742.58	743.07	0.02522	3.27	17.45	19.26	1.05
EJE-	120	Qmax 10 Años	87.03	741.23	742.82	742.94	743.6	0.027477	4.01	22.83	20.16	1.14
EJE-	120	Qmax 25 Años	142.8	741.23	743.18	743.46	744.39	0.031023	5.04	30.23	21.33	1.27
EJE-	120	Qmax 50 Años	196.63	741.23	743.44	743.89	745.07	0.034223	5.87	36.1	22.22	1.37
EJE-	120	Qmax 100 Años	262.16	741.23	743.74	744.05	745.82	0.036465	6.67	42.75	23.19	1.45
EJE-	100	Qmax 2 Años	22.51	740.34	741.22	741.3	741.6	0.049885	2.76	8.24	18.29	1.3
EJE-	100	Qmax 5 Años	54.69	740.34	741.56	741.74	742.28	0.045888	3.84	14.69	19.52	1.37



EJE-	100	Qmax 10 Años	87.03	740.34	741.84	742.09	742.81	0.041902	4.48	20.29	20.53	1.38
EJE-	100	Qmax 25 Años	142.8	740.34	742.21	742.6	743.59	0.040389	5.37	28.24	21.92	1.42
EJE-	100	Qmax 50 Años	196.63	740.34	742.5	742.95	744.25	0.040964	6.09	34.64	23	1.48
EJE-	100	Qmax 100 Años	262.16	740.34	742.79	743.36	744.98	0.041939	6.84	41.58	24.12	1.53
EJE-	80	Qmax 2 Años	22.51	739.61	740.34	740.43	740.73	0.036942	2.91	8.51	17.74	1.18
EJE-	80	Qmax 5 Años	54.69	739.61	740.69	740.89	741.42	0.039899	4.08	15.38	21.65	1.32
EJE-	80	Qmax 10 Años	87.03	739.61	740.93	741.21	741.94	0.04252	4.88	20.91	24.34	1.41
EJE-	80	Qmax 25 Años	142.8	739.61	741.23	741.75	742.67	0.046528	5.93	28.93	28.78	1.54
EJE-	80	Qmax 50 Años	196.63	739.61	741.47	742.05	743.29	0.05105	6.85	37.24	37.23	1.65
EJE-	80	Qmax 100 Años	262.16	739.61	741.64	742.33	743.93	0.058122	7.77	43.59	37.81	1.79
EJE-	60	Qmax 2 Años	22.51	738.6	739.3	739.44	739.81	0.057373	3.27	7.24	15.11	1.43
EJE-	60	Qmax 5 Años	54.69	738.6	739.69	739.88	740.53	0.047552	4.26	13.97	18.67	1.42
EJE-	60	Qmax 10 Años	87.03	738.6	739.99	740.4	741.06	0.043455	4.92	20.27	26.61	1.43
EJE-	60	Qmax 25 Años	142.8	738.6	740.32	740.73	741.73	0.045595	5.9	30.94	36.19	1.52



EJE-	60	Qmax 50 Años	196.63	738.6	740.5	741.02	742.24	0.049841	6.66	37.65	36.61	1.62
EJE-	60	Qmax 100 Años	262.16	738.6	740.71	741.49	742.75	0.050803	7.27	45.57	37.09	1.67
EJE-	50	Qmax 2 Años	22.51	738	738.88	738.98	739.26	0.042421	2.87	8.7	21.38	1.24
EJE-	50	Qmax 5 Años	54.69	738	739.12	739.4	739.96	0.062808	4.4	14.56	27.5	1.59
EJE-	50	Qmax 10 Años	87.03	738	739.29	739.7	740.48	0.070437	5.33	19.56	30.17	1.75
EJE-	50	Qmax 25 Años	142.8	738	739.56	740.02	741.13	0.070273	6.28	28.35	35.99	1.82
EJE-	50	Qmax 50 Años	196.63	738	739.75	740.28	741.6	0.069967	6.9	35.32	36.98	1.86
EJE-	50	Qmax 100 Años	262.16	738	739.96	740.59	742.1	0.067763	7.44	43.01	37.1	1.87
EJE-	40	Qmax 2 Años	22.51	737.62	738.35	738.48	738.78	0.05425	3.13	8.33	22.67	1.39
EJE-	40	Qmax 5 Años	54.69	737.62	738.64	738.85	739.34	0.053312	4.17	16.05	29.88	1.48
EJE-	40	Qmax 10 Años	87.03	737.62	738.82	739.09	739.78	0.056924	4.94	21.72	32.23	1.58
EJE-	40	Qmax 25 Años	142.8	737.62	739.06	739.47	740.4	0.060999	5.92	29.99	35.43	1.7
EJE-	40	Qmax 50 Años	196.63	737.62	739.26	739.73	740.88	0.061239	6.55	37.26	37.07	1.75
EJE-	40	Qmax 100 Años	262.16	737.62	739.47	739.96	741.4	0.060859	7.13	44.88	37.19	1.78



EJE-	20	Qmax 2 Años	22.51	736.31	737.34	737.49	737.83	0.041654	3.26	8.09	20.48	1.26
EJE-	20	Qmax 5 Años	54.69	736.31	737.67	737.9	738.4	0.0426	4.28	16.47	29.24	1.36
EJE-	20	Qmax 10 Años	87.03	736.31	737.88	738.15	738.79	0.043162	4.9	22.95	31.2	1.42
EJE-	20	Qmax 25 Años	142.8	736.31	738.17	738.5	739.35	0.043457	5.66	32.17	32.72	1.47
EJE-	20	Qmax 50 Años	196.63	736.31	738.41	738.85	739.82	0.043035	6.22	40.2	34.37	1.5
EJE-	20	Qmax 100 Años	262.16	736.31	738.66	739.05	740.32	0.042985	6.8	49.3	36.55	1.53

STANDARD TABLE 2

Reach	River	Profile	E.G.	W.S.	Vel	Frctn	C & E	Q Left	Q	Q Right	Top
	Sta		Elev	Elev	Head	Loss	Loss		Channel		Width
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(m3/s)		(m)
EJE-	440	Qmax 2 Años	755.69	755.11	0.58	0.95	0.1	0.13	22.01	0.37	14.08
EJE-	440	Qmax 5 Años	756.55	755.47	1.08	1.15	0.17	2.48	50.71	1.5	17.57
EJE-	440	Qmax 10 Años	757.18	755.73	1.45	1.31	0.21	7.12	76.93	2.98	24.24
EJE-	440	Qmax 25 Años	757.84	756.03	1.81	1.38	0.23	23.68	113.48	5.63	41.89



EJE-	440	Qmax 50 Años	758.21	756.23	1.99	1.34	0.24	49.41	139.35	7.87	42.18
EJE-	440	Qmax 100 Años	758.64	756.43	2.21	1.34	0.25	83.21	168.25	10.7	42.48
EJE-	410	Qmax 2 Años	754.67	754.39	0.29	0.9	0.03	1.81	19.95	0.75	22.6
EJE-	410	Qmax 5 Años	755.22	754.72	0.5	0.79	0.02	11.11	41.23	2.36	29.51
EJE-	410	Qmax 10 Años	755.66	754.9	0.76	0.85	0	22.22	60.69	4.12	32.36
EJE-	410	Qmax 25 Años	756.23	755.19	1.04	0.93	0.03	45.08	90.14	7.58	36.82
EJE-	410	Qmax 50 Años	756.63	755.44	1.19	0.97	0.02	70.5	114.83	11.3	40.65
EJE-	410	Qmax 100 Años	757.05	755.68	1.37	1.02	0.01	105.23	140.91	16.02	45.34
EJE-	380	Qmax 2 Años	753.75	753.21	0.54	0.73	0.02	0.97	20.22	1.32	11.52
EJE-	380	Qmax 5 Años	754.43	753.76	0.67	0.61	0.02	8.68	41.64	4.38	25.46
EJE-	380	Qmax 10 Años	754.81	754.06	0.76	0.59	0.02	22.66	57.66	6.71	40.97
EJE-	380	Qmax 25 Años	755.27	754.34	0.93	0.61	0.01	44.41	79.41	18.98	53.86
EJE-	380	Qmax 50 Años	755.64	754.51	1.13	0.65	0.01	64.37	98.19	34.07	56.89
EJE-	380	Qmax 100 Años	756.02	754.68	1.34	0.67	0.01	88.23	118.03	55.9	58.67



EJE-	360	Qmax 2 Años	753	752.53	0.47	0.35	0	0.52	18.95	3.05	11.67
EJE-	360	Qmax 5 Años	753.8	752.97	0.82	0.37	0	1.64	42.59	10.47	23.2
EJE-	360	Qmax 10 Años	754.2	753.25	0.96	0.37	0.01	2.82	59.12	25.09	35.79
EJE-	360	Qmax 25 Años	754.65	753.57	1.08	0.35	0.01	8.38	80.99	53.43	43.54
EJE-	360	Qmax 50 Años	754.99	753.79	1.2	0.33	0.01	14.91	97.77	83.95	45.85
EJE-	360	Qmax 100 Años	755.34	754.03	1.31	0.31	0	24.25	115.99	121.91	49.25
EJE-	350	Qmax 2 Años	752.64	752.14	0.5	0.28	0.04	0.32	19.53	2.67	11.25
EJE-	350	Qmax 5 Años	753.42	752.57	0.85	0.38	0.02	1.28	42.78	10.63	26.81
EJE-	350	Qmax 10 Años	753.83	752.8	1.02	0.4	0.02	2.21	58.7	26.13	33.83
EJE-	350	Qmax 25 Años	754.29	753.12	1.17	0.39	0	3.73	80.19	58.88	36.11
EJE-	350	Qmax 50 Años	754.65	753.39	1.26	0.36	0.01	4.41	97.18	95.04	39.95
EJE-	350	Qmax 100 Años	755.03	753.67	1.36	0.33	0.01	8.59	115.68	137.89	44.31
EJE-	340	Qmax 2 Años	752.32	751.96	0.36	0.71	0	0.28	19.06	3.17	20.74



EJE-	340	Qmax 5 Años	753.02	752.23	0.79	0.91	0.07	0.92	39.5	14.27	30.8
EJE-	340	Qmax 10 Años	753.41	752.43	0.97	0.93	0.07	1.63	53.87	31.53	35.46
EJE-	340	Qmax 25 Años	753.89	752.7	1.19	0.91	0.06	2.89	73.09	66.81	35.76
EJE-	340	Qmax 50 Años	754.28	752.94	1.33	0.88	0.03	4.3	89.13	103.21	36.03
EJE-	340	Qmax 100 Años	754.69	753.23	1.46	0.82	0.01	6.26	107.1	148.79	36.34
EJE-	320	Qmax 2 Años	751.61	751.23	0.38	0.47	0.01	0.31	16.89	5.31	29.92
EJE-	320	Qmax 5 Años	752.04	751.48	0.56	0.51	0.09	0.73	33.69	20.27	35.19
EJE-	320	Qmax 10 Años	752.4	751.66	0.74	0.53	0.12	1.11	48.8	37.12	35.77
EJE-	320	Qmax 25 Años	752.92	751.93	0.99	0.09	0.11	1.78	73.97	67.05	37.1
EJE-	320	Qmax 50 Años	753.37	752.13	1.24	0.75	0.12	2.41	96.85	97.37	37.18
EJE-	320	Qmax 100 Años	753.87	752.35	1.51	0.83	0.11	3.21	124.14	134.81	37.26
EJE-	300	Qmax 2 Años	751	750.76	0.24	0.52	0.05	4.42	17.45	0.64	22.9
EJE-	300	Qmax 5 Años	751.48	751.18	0.3	0.35	0.07	8.69	38.72	7.28	52.65
EJE-	300	Qmax 10 Años	751.75	751.4	0.35	0.31	0.07	12.9	55.47	18.65	58.47



EJE-	300	Qmax 25 Años	752.58	752.48	0.11	0.07	0.18	37.32	59.85	45.63	60
EJE-	300	Qmax 50 Años	752.5	751.66	0.84	0.39	0.04	39.37	107.19	50.07	60
EJE-	300	Qmax 100 Años	752.93	751.77	1.16	0.45	0.03	56.07	135.51	70.58	60
EJE-	290	Qmax 2 Años	750.44	749.74	0.7	1.03	0.02	0.61	21.68	0.22	19.7
EJE-	290	Qmax 5 Años	751.06	750.03	1.03	0.83	0.01	2.87	49.94	1.87	25.52
EJE-	290	Qmax 10 Años	751.37	750.29	1.08	0.6	0.02	6.28	74.34	6.41	29.14
EJE-	290	Qmax 25 Años	752.34	750.45	1.88	0.7	0.01	12.33	117.09	13.38	36.44
EJE-	290	Qmax 50 Años	752.08	750.85	1.23	0.37	0.02	27.33	138.28	31.01	56.56
EJE-	290	Qmax 100 Años	752.45	751.01	1.44	0.38	0.01	42.86	169.67	49.63	57.9
EJE-	280	Qmax 2 Años	749.38	748.75	0.63	0.38	0		22.45	0.06	13.92
EJE-	280	Qmax 5 Años	750.22	749.1	1.12	0.58	0.21	0.12	54.2	0.37	16.81
EJE-	280	Qmax 10 Años	750.75	749.42	1.33	0.64	0.21	1.19	84.96	0.88	17.79
EJE-	280	Qmax 25 Años	751.63	749.78	1.85	0.87	0.22	4.05	135.27	3.48	27.6
EJE-	280	Qmax 50 Años	751.68	750.26	1.42	0.73	0.03	17.17	166.4	13.06	50.61



EJE-	280	Qmax 100 Años	752.06	750.48	1.57	0.77	0.01	33.51	201.59	27.06	52.38
EJE-	260	Qmax 2 Años	748.86	748.58	0.28	0.55	0.03	5.53	15.47	1.51	20.03
EJE-	260	Qmax 5 Años	749.46	749.01	0.45	0.6	0.04	22.25	28.52	3.92	25.83
EJE-	260	Qmax 10 Años	749.89	749.27	0.62	0.69	0.04	41.35	40.48	5.2	44.76
EJE-	260	Qmax 25 Años	750.53	749.43	1.11	0.94	0.01	69.86	60.13	12.81	55.91
EJE-	260	Qmax 50 Años	750.93	749.59	1.34	1.02	0	92.53	74.59	29.51	60
EJE-	260	Qmax 100 Años	751.28	749.74	1.54	1.03	0.01	125.2	86.91	50.05	60
EJE-	240	Qmax 2 Años	748.28	747.72	0.56	0.91	0.08	7.41	14.8	0.31	22.19
EJE-	240	Qmax 5 Años	748.82	747.99	0.82	0.88	0.1	19.06	29.74	5.9	36.26
EJE-	240	Qmax 10 Años	749.17	748.16	1.01	0.86	0.12	29.8	41.63	15.6	44.12
EJE-	240	Qmax 25 Años	749.58	748.38	1.2	0.8	0.14	47.03	58.1	37.67	49.25
EJE-	240	Qmax 50 Años	749.9	748.55	1.35	0.3	0.01	63.17	71.63	61.83	51.09
EJE-	240	Qmax 100 Años	750.24	748.75	1.49	0.7	0.17	83.39	86.6	92.17	53.19



EJE-	220	Qmax 2 Años	747.29	747	0.28	0.38	0.01	0.66	21.48	0.37	21.5
EJE-	220	Qmax 5 Años	747.84	747.34	0.5	0.33	0.01	2.43	47.35	4.91	33.76
EJE-	220	Qmax 10 Años	748.19	747.57	0.61	0.27	0.01	4.34	68.44	14.24	37.99
EJE-	220	Qmax 25 Años	748.64	747.91	0.73	0.23	0	6.33	100.26	36.21	44.35
EJE-	220	Qmax 50 Años	748.97	748.46	0.51	0.09	0.03	14.3	117	65.33	50.36
EJE-	220	Qmax 100 Años	749.37	748.44	0.93	0.11	0.05	18.86	156.71	86.58	49.98
EJE-	210	Qmax 2 Años	746.9	746.53	0.37	0.28	0	0.07	22.12	0.32	20.45
EJE-	210	Qmax 5 Años	747.49	746.89	0.6	0.29	0.04	0.62	52.35	1.72	22.35
EJE-	210	Qmax 10 Años	747.91	747.23	0.67	0.26	0	1.74	80.22	5.07	32.49
EJE-	210	Qmax 25 Años	748.41	747.64	0.77	0.18	0.04	4.07	120.3	18.43	38.86
EJE-	210	Qmax 50 Años	748.85	748.43	0.42	0.11	0.05	8.51	140.29	47.83	60
EJE-	210	Qmax 100 Años	749.18	748.64	0.54	0.1	0.02	17.91	175.91	68.35	60
EJE-	200	Qmax 2 Años	746.55	746.29	0.26	0.35	0.01	0.21	21.93	0.37	19.81
EJE-	200	Qmax 5 Años	747.16	746.7	0.46	0.3	0.02	1.11	52.15	1.43	21.24



EJE-	200	Qmax 10 Años	747.65	746.98	0.67	0.29	0.02	2.38	81.81	2.83	23.13
EJE-	200	Qmax 25 Años	748.24	747.51	0.73	0.21	0.03	5.56	125.59	11.65	35.89
EJE-	200	Qmax 50 Años	748.69	747.79	0.9	0.19	0.02	8.59	164.71	23.34	39.33
EJE-	200	Qmax 100 Años	749.06	748.33	0.73	0.13	0.03	18.58	196.26	47.33	58.14
EJE-	190	Qmax 2 Años	746.18	745.81	0.37	0.47	0	0.33	21.67	0.51	18.67
EJE-	190	Qmax 5 Años	746.84	746.17	0.67	0.44	0.01	1.47	51.44	1.77	20.13
EJE-	190	Qmax 10 Años	747.34	746.47	0.87	0.4	0.01	3.24	80.24	3.55	21.3
EJE-	190	Qmax 25 Años	748	746.99	1.01	0.31	0.03	7.5	127.42	7.88	24.95
EJE-	190	Qmax 50 Años	748.48	747.4	1.07	0.25	0.04	12.21	167.68	16.74	35.95
EJE-	190	Qmax 100 Años	748.91	747.92	0.98	0.19	0.05	16.28	207.92	37.97	55.66
EJE-	180	Qmax 2 Años	745.71	745.33	0.38	1.29	0.02	0.39	21.34	0.78	18.7
EJE-	180	Qmax 5 Años	746.39	745.65	0.74	1.18	0.03	1.56	50.87	2.26	19.99
EJE-	180	Qmax 10 Años	746.93	745.91	1.02	1.1	0.04	3.24	79.64	4.15	21.04
EJE-	180	Qmax 25 Años	747.66	746.32	1.34	0.95	0.06	7.18	127.43	8.2	22.65



EJE-	180	Qmax 50 Años	748.18	746.71	1.47	0.81	0.07	12.26	171.24	13.13	24.23
EJE-	180	Qmax 100 Años	748.67	747.22	1.45	0.63	0.1	20.24	220.26	21.66	35.67
EJE-	160	Qmax 2 Años	744.39	743.79	0.6	1.16	0.08	0.01	22.37	0.13	16.79
EJE-	160	Qmax 5 Años	745.18	744.11	1.06	1.21	0.09	0.28	53.69	0.72	17.78
EJE-	160	Qmax 10 Años	745.79	744.37	1.42	1.22	0.07	0.94	84.45	1.64	18.57
EJE-	160	Qmax 25 Años	746.64	744.75	1.89	1.19	0.03	2.86	136.07	3.87	19.76
EJE-	160	Qmax 50 Años	747.3	745.08	2.22	1.12	0.01	5.58	184.36	6.69	20.79
EJE-	160	Qmax 100 Años	747.94	745.48	2.46	1	0.03	10.04	241.11	11.01	22.02
EJE-	140	Qmax 2 Años	743.16	742.82	0.34	0.28	0	0.03	22.34	0.14	18.6
EJE-	140	Qmax 5 Años	743.88	743.11	0.77	0.3	0.02	0.33	53.71	0.66	19.43
EJE-	140	Qmax 10 Años	744.5	743.32	1.18	0.32	0.05	0.89	84.75	1.4	20.05
EJE-	140	Qmax 25 Años	745.42	743.62	1.8	0.35	0.07	2.35	137.35	3.1	20.91
EJE-	140	Qmax 50 Años	746.17	743.88	2.29	0.36	0.08	4.33	187.07	5.23	21.67
EJE-	140	Qmax 100 Años	746.91	744.19	2.72	0.35	0.06	7.53	246.18	8.45	22.59



EJE-	133.33*	Qmax 2 Años	742.88	742.51	0.37	0.25	0.02	0.14	22.3	0.07	18.06
EJE-	133.33*	Qmax 5 Años	743.56	742.86	0.7	0.25	0.02	0.81	53.35	0.53	19.14
EJE-	133.33*	Qmax 10 Años	744.13	743.11	1.02	0.26	0.03	1.84	83.92	1.27	19.9
EJE-	133.33*	Qmax 25 Años	745	743.43	1.57	0.28	0.05	4.15	135.68	2.97	20.87
EJE-	133.33*	Qmax 50 Años	745.74	743.7	2.04	0.3	0.06	6.97	184.57	5.09	21.67
EJE-	133.33*	Qmax 100 Años	746.51	744	2.51	0.3	0.06	11.13	242.74	8.29	22.65
EJE-	130	Lat									
		Struct									
EJE-	126.67*	Qmax 2 Años	742.61	742.31	0.3	0.2	0	0.52	21.92	0.07	17.93
EJE-	126.67*	Qmax 5 Años	743.29	742.66	0.63	0.19	0.03	1.79	52.38	0.52	19.03
EJE-	126.67*	Qmax 10 Años	743.84	742.93	0.91	0.21	0.04	3.49	82.25	1.3	19.88
EJE-	126.67*	Qmax 25 Años	744.67	743.28	1.39	0.23	0.05	7.02	132.65	3.13	20.98
EJE-	126.67*	Qmax 50 Años	745.38	743.55	1.83	0.25	0.06	10.99	180.27	5.37	21.87
EJE-	126.67*	Qmax 100 Años	746.14	743.85	2.3	0.26	0.06	16.62	236.85	8.69	22.84



EJE-	120	Qmax 2 Años	742.41	742.11	0.29	0.76	0.05	1.4	21.03	0.08	17.84
EJE-	120	Qmax 5 Años	743.07	742.55	0.52	0.66	0.12	3.67	50.35	0.66	19.26
EJE-	120	Qmax 10 Años	743.6	742.82	0.78	0.67	0.12	6.33	79.14	1.56	20.16
EJE-	120	Qmax 25 Años	744.39	743.18	1.21	0.7	0.1	11.53	127.64	3.63	21.33
EJE-	120	Qmax 50 Años	745.07	743.44	1.63	0.74	0.08	17.1	173.43	6.1	22.22
EJE-	120	Qmax 100 Años	745.82	743.74	2.08	0.78	0.06	24.55	227.91	9.7	23.19
EJE-	100	Qmax 2 Años	741.6	741.22	0.38	0.86	0.01	1.94	20.56	0.01	18.29
EJE-	100	Qmax 5 Años	742.28	741.56	0.72	0.86	0	4.53	49.89	0.28	19.52
EJE-	100	Qmax 10 Años	742.81	741.84	0.97	0.85	0.02	7.55	78.6	0.88	20.53
EJE-	100	Qmax 25 Años	743.59	742.21	1.38	0.87	0.04	13.51	126.8	2.49	21.92
EJE-	100	Qmax 50 Años	744.25	742.5	1.75	0.92	0.04	19.91	172.14	4.58	23
EJE-	100	Qmax 100 Años	744.98	742.79	2.19	0.99	0.06	28.38	226.04	7.74	24.12
EJE-	80	Qmax 2 Años	740.73	740.34	0.4	0.92	0.01	0.67	19.8	2.05	17.74
EJE-	80	Qmax 5 Años	741.42	740.69	0.73	0.88	0.01	2.73	43.21	8.75	21.65



EJE-	80	Qmax 10 Años	741.94	740.93	1.01	0.87	0.01	5.42	64.5	17.11	24.34
EJE-	80	Qmax 25 Años	742.67	741.23	1.44	0.93	0.01	10.85	98.31	33.64	28.78
EJE-	80	Qmax 50 Años	743.29	741.47	1.82	1.03	0.02	17.2	131.28	48.15	37.23
EJE-	80	Qmax 100 Años	743.93	741.64	2.28	1.11	0.08	23.85	163.3	75.01	37.81
EJE-	60	Qmax 2 Años	739.81	739.3	0.51	0.51	0.04		19.61	2.9	15.11
EJE-	60	Qmax 5 Años	740.53	739.69	0.84	0.57	0	0.25	45.02	9.42	18.67
EJE-	60	Qmax 10 Años	741.06	739.99	1.07	0.57	0.01	1.1	69.2	16.73	26.61
EJE-	60	Qmax 25 Años	741.73	740.32	1.42	0.59	0.01	3.13	105.03	34.64	36.19
EJE-	60	Qmax 50 Años	742.24	740.5	1.74	0.63	0.01	5.1	132.62	58.9	36.61
EJE-	60	Qmax 100 Años	742.75	740.71	2.03	0.63	0.01	7.98	162.91	91.27	37.09
EJE-	50	Qmax 2 Años	739.26	738.88	0.38	0.48	0.01		19.31	3.2	21.38
EJE-	50	Qmax 5 Años	739.96	739.12	0.84	0.58	0.04	0.04	42.77	11.88	27.5
EJE-	50	Qmax 10 Años	740.48	739.29	1.19	0.63	0.07	0.15	63.15	23.73	30.17
EJE-	50	Qmax 25 Años	741.13	739.56	1.56	0.66	0.07	0.44	95.39	46.96	35.99



EJE-	50	Qmax 50 Años	741.6	739.75	1.85	0.66	0.07	0.76	121.06	74.81	36.98
EJE-	50	Qmax 100 Años	742.1	739.96	2.15	0.64	0.07	1.22	149.87	111.07	37.1
EJE-	40	Qmax 2 Años	738.78	738.35	0.43	0.94	0.01	0.03	18.23	4.25	22.67
EJE-	40	Qmax 5 Años	739.34	738.64	0.71	0.94	0	0.26	37.95	16.48	29.88
EJE-	40	Qmax 10 Años	739.78	738.82	0.96	0.97	0.01	0.6	55.01	31.42	32.23
EJE-	40	Qmax 25 Años	740.4	739.06	1.34	1.01	0.05	1.38	82.19	59.23	35.43
EJE-	40	Qmax 50 Años	740.88	739.26	1.62	1	0.06	2.3	105.45	88.88	37.07
EJE-	40	Qmax 100 Años	741.4	739.47	1.93	1	0.08	3.55	131.32	127.3	37.19
EJE-	20	Qmax 2 Años	737.83	737.34	0.49			0.01	20.05	2.46	20.48
EJE-	20	Qmax 5 Años	738.4	737.67	0.73			0.12	39.04	15.53	29.24
EJE-	20	Qmax 10 Años	738.79	737.88	0.91			0.34	54.13	32.56	31.2
EJE-	20	Qmax 25 Años	739.35	738.17	1.18			0.93	77.36	64.5	32.72
EJE-	20	Qmax 50 Años	739.82	738.41	1.41			1.76	98.46	96.41	34.37
EJE-	20	Qmax 100 Años	740.32	738.66	1.65			3.05	123.39	135.73	36.55

Nota. Elaboración propia



f. Resultados en el canal de derivación

Tabla 20

RESULTADOS EN EL CANAL DE DERIVACION

Reach	River Sta	Profile	Q			Wr Top	Weir Max	Weir Avg	Min El Weir	E.G. US.	W.S. US.	E.G. DS	W.S. DS	
			Q US	Leaving	Q DS									
			Total	Weir	Gates									
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
EJE-	130	Qmax 2 Años	22.51	0	22.51	0				744.1	742.68	742.36	742.6	742.3
EJE-	130	Qmax 5 Años	54.69	0	54.69	0				744.1	743.36	742.71	743.28	742.65
EJE-	130	Qmax 10 Años	87.03	0	87.03	0				744.1	743.92	742.98	743.83	742.92
EJE-	130	Qmax 25 Años	142.8	0	142.8	0				744.1	744.75	743.32	744.66	743.27
EJE-	130	Qmax 50 Años	196.63	0	196.63	0				744.1	745.47	743.59	745.37	743.54
EJE-	130	Qmax 100 Años	262.16	0	262.16	0				744.1	746.24	743.89	746.13	743.84

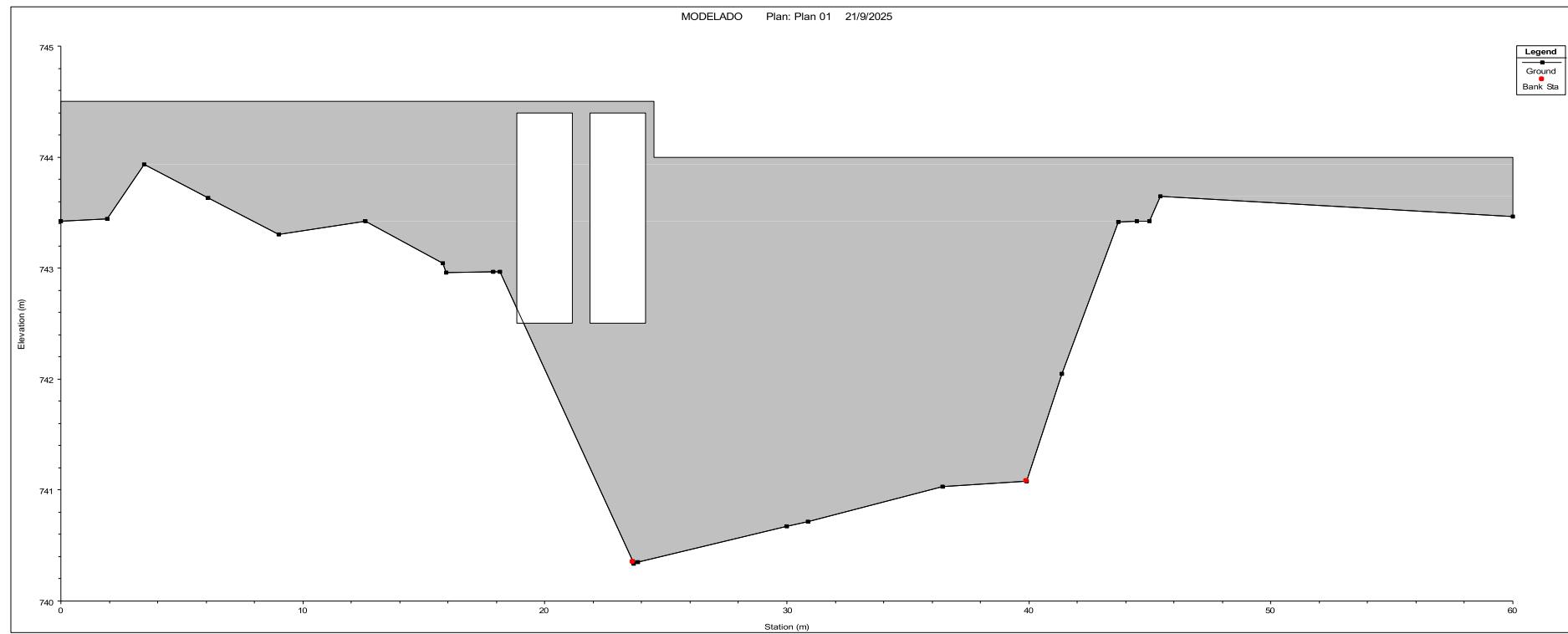
Nota. Elaboración propia

7.3.3.2. Modelamiento con barraje

a. Barraje

Figura 74

Barraje

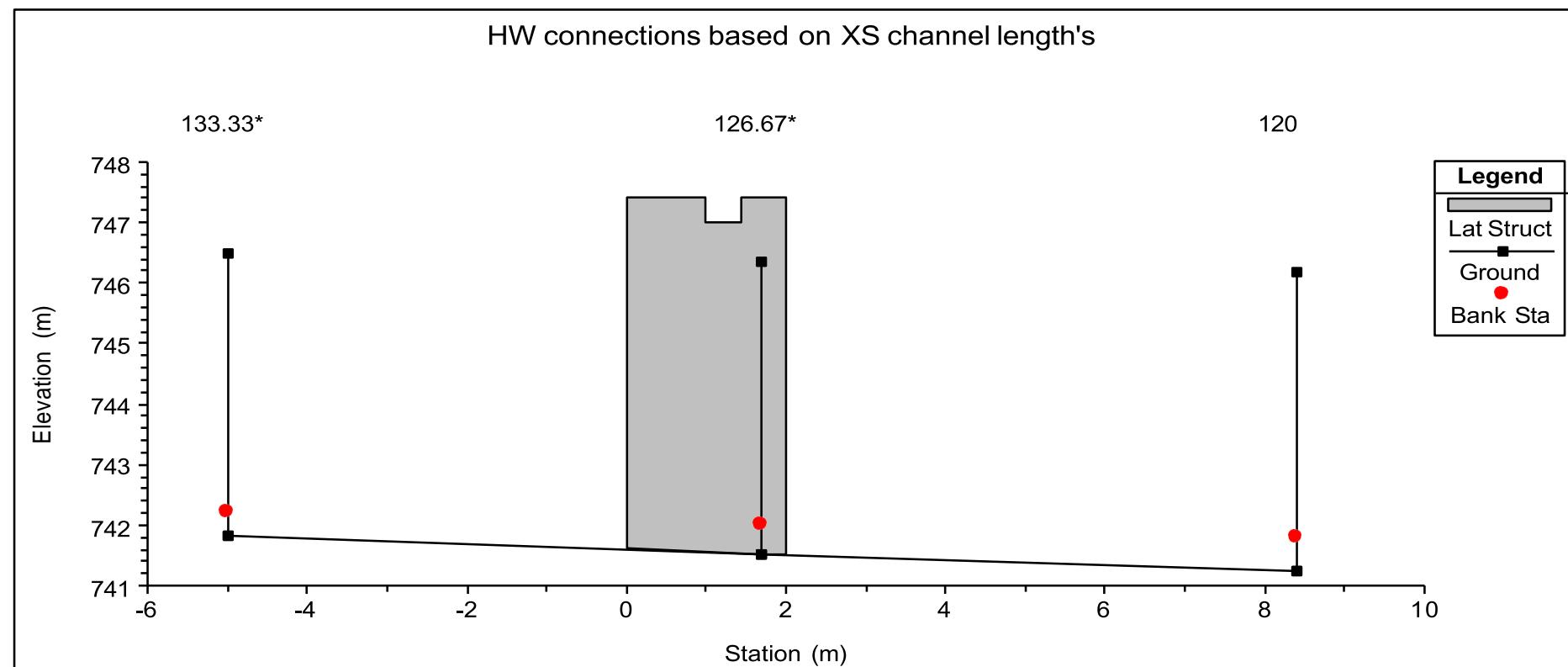


Nota. Elaboración propia

b. Canal de derivación

Figura 75

Canal de derivación

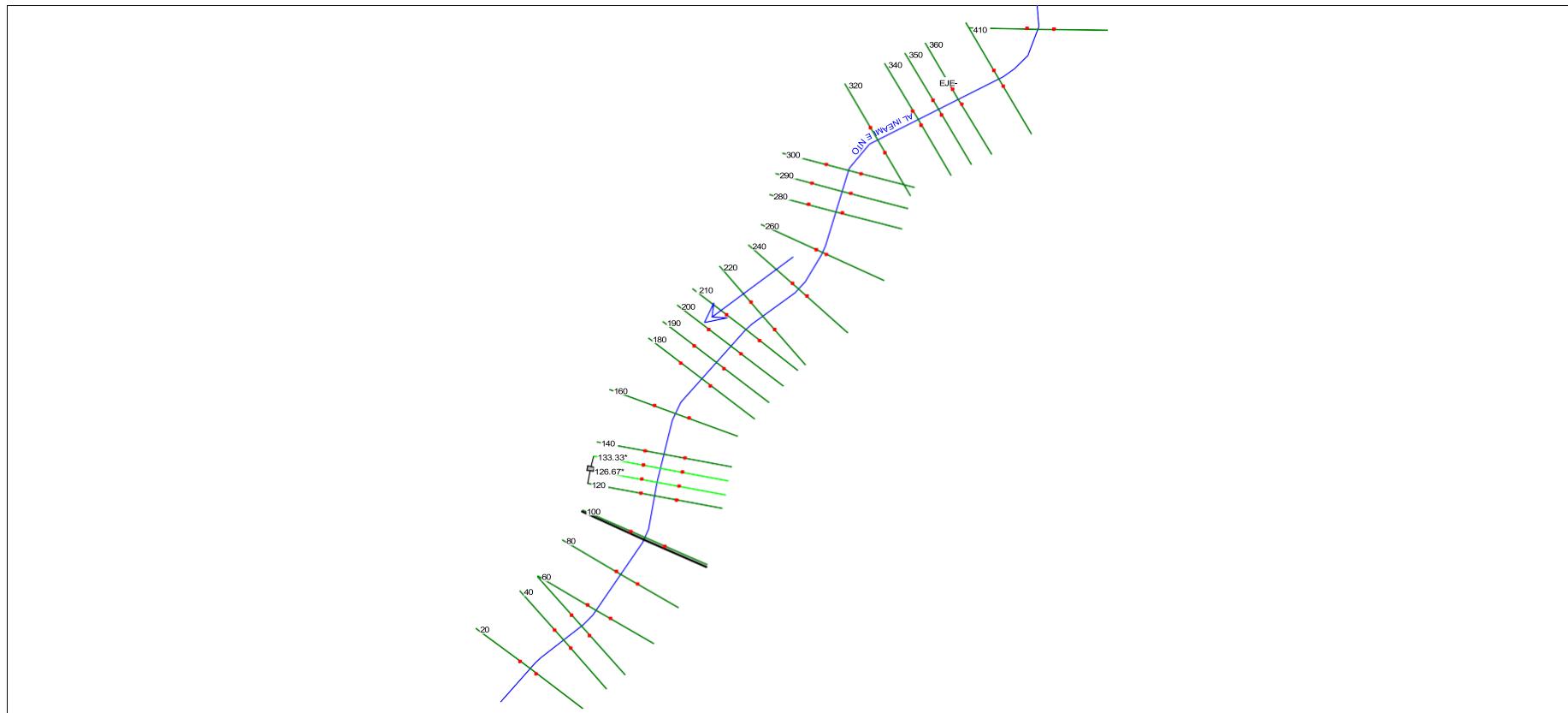


Nota. Elaboración propia

c. Perfil

Figura 76

Perfil

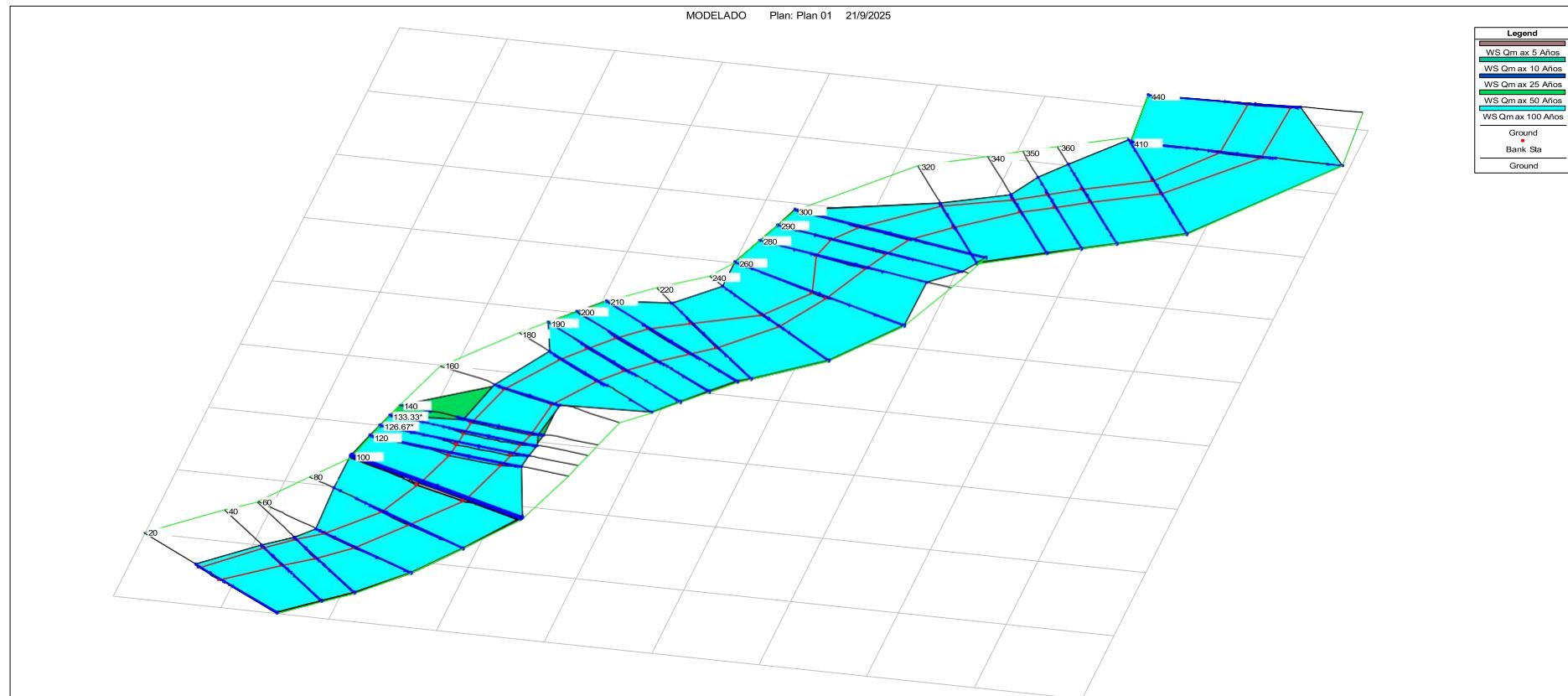


Nota. Elaboración propia

d. Perspectiva

Figura 77

Perspectiva



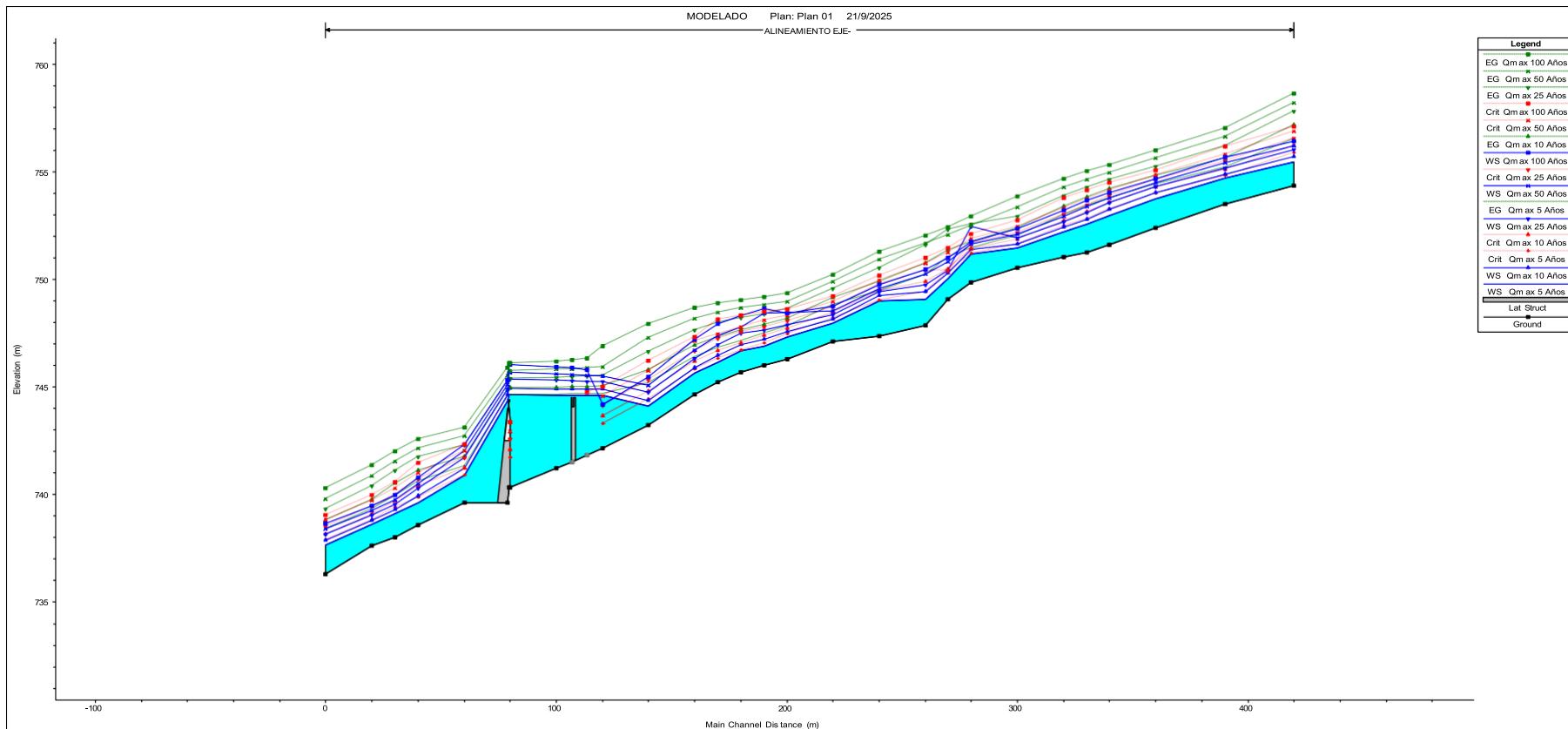
Nota. Elaboración propia



e. Perfil en Hec - Ras

Figura 78

Perfil en Hec - Ras



Nota. Elaboración propia



f. *Resultados en Hec – Ras*

Tabla 21

Resultados

STANDARD TABLE 1

Reach	River	Profile	Q Total	Min Ch	W.S.	Crit	E.G.	E.G.	Vel	Flow	Top	Froude
	Sta			El	Elev	W.S.	Elev	Slope	Chnl	Area	Width	# Chl
(m ³ /s) (m) (m) (m) (m/m) (m/s) (m ²) (m)												
EJE-	440	Qmax 5 Años	54.69	754.38	755.47	755.91	756.55	0.059076	4.73	12.48	17.57	1.59
EJE-	440	Qmax 10 Años	87.03	754.38	755.73	756.22	757.18	0.059038	5.59	17.43	24.24	1.65
EJE-	440	Qmax 25 Años	142.8	754.38	756.03	756.56	757.84	0.059031	6.53	28.56	41.89	1.72
EJE-	440	Qmax 50 Años	196.63	754.38	756.23	756.89	758.21	0.059043	7.09	36.65	42.18	1.76
EJE-	440	Qmax 100 Años	262.16	754.38	756.43	757.13	758.64	0.059003	7.64	45.09	42.48	1.79
EJE-	410	Qmax 5 Años	54.69	753.52	754.72	754.83	755.22	0.026953	3.46	19.17	29.51	1.09
EJE-	410	Qmax 10 Años	87.03	753.52	754.9	755.12	755.66	0.03367	4.32	24.86	32.36	1.26



EJE-	410	Qmax 25 Años	142.8	753.52	755.19	755.52	756.23	0.036712	5.2	34.67	36.82	1.36
EJE-	410	Qmax 50 Años	196.63	753.52	755.44	755.81	756.63	0.035089	5.65	44.77	40.65	1.36
EJE-	410	Qmax 100 Años	262.16	753.52	755.68	756.2	757.05	0.034726	6.11	54.77	45.34	1.39
EJE-	380	Qmax 5 Años	54.69	752.39	753.76	754.01	754.43	0.026095	3.99	17.43	25.46	1.12
EJE-	380	Qmax 10 Años	87.03	752.39	754.06	754.3	754.81	0.025164	4.49	27.25	40.97	1.14
EJE-	380	Qmax 25 Años	142.8	752.39	754.34	754.63	755.27	0.027687	5.25	40.59	53.86	1.23
EJE-	380	Qmax 50 Años	196.63	752.39	754.51	754.88	755.64	0.031568	5.95	50.18	56.89	1.33
EJE-	380	Qmax 100 Años	262.16	752.39	754.68	755.08	756.02	0.034967	6.6	59.96	58.67	1.42
EJE-	360	Qmax 5 Años	54.69	751.62	752.97	753.28	753.8	0.036173	4.42	15.51	23.2	1.3
EJE-	360	Qmax 10 Años	87.03	751.62	753.25	753.58	754.2	0.034838	4.99	23.53	35.79	1.32
EJE-	360	Qmax 25 Años	142.8	751.62	753.57	753.9	754.65	0.033613	5.59	36.71	43.54	1.34
EJE-	360	Qmax 50 Años	196.63	751.62	753.79	754.15	754.99	0.033202	6.01	46.52	45.85	1.36
EJE-	360	Qmax 100 Años	262.16	751.62	754.03	754.5	755.34	0.031625	6.34	58.24	49.25	1.35
EJE-	350	Qmax 5 Años	54.69	751.25	752.57	752.84	753.42	0.037676	4.51	15.74	26.81	1.33



EJE-	350	Qmax 10 Años	87.03	751.25	752.8	753.14	753.83	0.038966	5.17	22.63	33.83	1.39
EJE-	350	Qmax 25 Años	142.8	751.25	753.12	753.48	754.29	0.036815	5.76	34.09	36.11	1.4
EJE-	350	Qmax 50 Años	196.63	751.25	753.39	753.77	754.65	0.033551	6.05	44.25	39.95	1.37
EJE-	350	Qmax 100 Años	262.16	751.25	753.67	754.16	755.03	0.0305	6.3	56.14	44.31	1.33
EJE-	340	Qmax 5 Años	54.69	751.06	752.23	752.49	753.02	0.038554	4.48	16.64	30.8	1.33
EJE-	340	Qmax 10 Años	87.03	751.06	752.43	752.73	753.41	0.041754	5.19	23.51	35.46	1.43
EJE-	340	Qmax 25 Años	142.8	751.06	752.7	753.05	753.89	0.042116	5.88	33.03	35.76	1.48
EJE-	340	Qmax 50 Años	196.63	751.06	752.94	753.34	754.28	0.039315	6.23	41.73	36.03	1.46
EJE-	340	Qmax 100 Años	262.16	751.06	753.23	753.8	754.69	0.035288	6.49	52.05	36.34	1.42
EJE-	320	Qmax 5 Años	54.69	750.53	751.48	751.64	752.04	0.053864	3.75	17.51	35.19	1.45
EJE-	320	Qmax 10 Años	87.03	750.53	751.66	751.86	752.4	0.051971	4.3	23.88	35.77	1.48
EJE-	320	Qmax 25 Años	142.8	750.53	751.93	752.2	752.92	0.048758	4.98	33.56	37.1	1.5
EJE-	320	Qmax 50 Años	196.63	750.53	752.13	752.47	753.37	0.048482	5.54	41.01	37.18	1.53
EJE-	320	Qmax 100 Años	262.16	750.53	752.35	752.77	753.87	0.047547	6.08	49.3	37.26	1.56



EJE-	300	Qmax 5 Años	54.69	749.86	751.18	751.21	751.48	0.017699	2.64	25.02	52.65	0.87
EJE-	300	Qmax 10 Años	87.03	749.86	751.4	751.45	751.75	0.017886	3.06	37.68	58.47	0.91
EJE-	300	Qmax 25 Años	142.8	749.86	752.48	751.69	752.58	0.002312	1.71	101.92	60	0.37
EJE-	300	Qmax 50 Años	196.63	749.86	751.66	751.89	752.5	0.03387	4.82	53.08	60	1.29
EJE-	300	Qmax 100 Años	262.16	749.86	751.77	752.11	752.93	0.042396	5.66	59.52	60	1.47
EJE-	290	Qmax 5 Años	54.69	749.1	750.03	750.35	751.06	0.093061	4.64	12.72	25.52	1.87
EJE-	290	Qmax 10 Años	87.03	749.1	750.29	750.47	751.37	0.063318	4.85	19.98	29.14	1.64
EJE-	290	Qmax 25 Años	142.8	749.1	750.45	750.45	752.34	0.090203	6.47	24.88	36.44	2.01
EJE-	290	Qmax 50 Años	196.63	749.1	750.85	751.24	752.08	0.043686	5.56	45.7	56.56	1.48
EJE-	290	Qmax 100 Años	262.16	749.1	751.01	751.46	752.45	0.045758	6.12	55.21	57.9	1.54
EJE-	280	Qmax 5 Años	54.69	747.86	749.1	749.43	750.22	0.074956	4.7	11.82	16.81	1.73
EJE-	280	Qmax 10 Años	87.03	747.86	749.42	749.91	750.75	0.056048	5.16	17.41	17.79	1.59
EJE-	280	Qmax 25 Años	142.8	747.86	749.78	750.45	751.63	0.055023	6.18	25.52	27.6	1.65
EJE-	280	Qmax 50 Años	196.63	747.86	750.26	750.77	751.68	0.031456	5.67	44.13	50.61	1.31
EJE-	280	Qmax 100 Años	262.16	747.86	750.48	751.01	752.06	0.032092	6.16	55.51	52.38	1.35



EJE-	260	Qmax 5 Años	54.69	747.37	749.01	749.04	749.46	0.01654	3.64	21.22	25.83	0.92
EJE-	260	Qmax 10 Años	87.03	747.37	749.27	749.48	749.89	0.020108	4.44	29.55	44.76	1.04
EJE-	260	Qmax 25 Años	142.8	747.37	749.43	749.79	750.53	0.033865	6.08	37.91	55.91	1.37
EJE-	260	Qmax 50 Años	196.63	747.37	749.59	749.99	750.93	0.04025	6.98	47.2	60	1.51
EJE-	260	Qmax 100 Años	262.16	747.37	749.74	750.2	751.28	0.043517	7.6	56.41	60	1.59
EJE-	240	Qmax 5 Años	54.69	747.1	747.99	748.24	748.82	0.072623	4.65	15.14	36.26	1.71
EJE-	240	Qmax 10 Años	87.03	747.1	748.16	748.47	749.17	0.073356	5.34	21.94	44.12	1.78
EJE-	240	Qmax 25 Años	142.8	747.1	748.38	748.73	749.58	0.070445	6.03	32.19	49.25	1.8
EJE-	240	Qmax 50 Años	196.63	747.1	748.55	748.96	749.9	0.06674	6.45	40.9	51.09	1.8
EJE-	240	Qmax 100 Años	262.16	747.1	748.75	749.21	750.24	0.061177	6.78	51.19	53.19	1.76
EJE-	220	Qmax 5 Años	54.69	746.31	747.34	747.47	747.84	0.02934	3.3	19.14	33.76	1.12
EJE-	220	Qmax 10 Años	87.03	746.31	747.57	747.73	748.19	0.027895	3.76	27.66	37.99	1.13
EJE-	220	Qmax 25 Años	142.8	746.31	747.91	748.08	748.64	0.024943	4.24	41.56	44.35	1.12
EJE-	220	Qmax 50 Años	196.63	746.31	748.46	748.34	748.97	0.011815	3.6	67.33	50.36	0.81



EJE-	220	Qmax 100 Años	262.16	746.31	748.44	748.61	749.37	0.021942	4.88	66.29	49.98	1.1
EJE-	210	Qmax 5 Años	54.69	746.01	746.89	747.04	747.49	0.03775	3.49	16.24	22.35	1.24
EJE-	210	Qmax 10 Años	87.03	746.01	747.23	747.39	747.91	0.027193	3.75	25.3	32.49	1.12
EJE-	210	Qmax 25 Años	142.8	746.01	747.64	747.79	748.41	0.022022	4.14	40.07	38.86	1.06
EJE-	210	Qmax 50 Años	196.63	746.01	748.43	748.13	748.85	0.007601	3.2	77.47	60	0.67
EJE-	210	Qmax 100 Años	262.16	746.01	748.64	748.52	749.18	0.008927	3.67	90.28	60	0.73
EJE-	200	Qmax 5 Años	54.69	745.7	746.7	746.71	747.16	0.023296	3.06	18.52	21.24	1.01
EJE-	200	Qmax 10 Años	87.03	745.7	746.98	747.06	747.65	0.024321	3.71	24.54	23.13	1.07
EJE-	200	Qmax 25 Años	142.8	745.7	747.51	747.58	748.24	0.017084	3.96	41.09	35.89	0.95
EJE-	200	Qmax 50 Años	196.63	745.7	747.79	747.79	748.69	0.01792	4.48	51.65	39.33	1
EJE-	200	Qmax 100 Años	262.16	745.7	748.33	748.33	749.06	0.011602	4.22	80.26	58.14	0.84
EJE-	190	Qmax 5 Años	54.69	745.24	746.17	746.33	746.84	0.04018	3.7	15.38	20.13	1.29
EJE-	190	Qmax 10 Años	87.03	745.24	746.47	746.67	747.34	0.035008	4.24	21.62	21.3	1.27
EJE-	190	Qmax 25 Años	142.8	745.24	746.99	747.24	748	0.025214	4.62	33.21	24.95	1.15



EJE-	190	Qmax 50 Años	196.63	745.24	747.4	747.49	748.48	0.020639	4.86	46.35	35.95	1.08
EJE-	190	Qmax 100 Años	262.16	745.24	747.92	748.15	748.91	0.015078	4.82	69.9	55.66	0.96
EJE-	180	Qmax 5 Años	54.69	744.65	745.65	745.85	746.39	0.047862	3.9	14.6	19.99	1.4
EJE-	180	Qmax 10 Años	87.03	744.65	745.91	746.19	746.93	0.045206	4.58	19.98	21.04	1.43
EJE-	180	Qmax 25 Años	142.8	744.65	746.32	746.68	747.66	0.039308	5.31	28.78	22.65	1.4
EJE-	180	Qmax 50 Años	196.63	744.65	746.71	747.16	748.18	0.031914	5.61	38.04	24.23	1.32
EJE-	180	Qmax 100 Años	262.16	744.65	747.22	747.33	748.67	0.023509	5.66	52.27	35.67	1.18
EJE-	160	Qmax 5 Años	54.69	743.22	744.11	744.43	745.18	0.075246	4.6	12.13	17.78	1.73
EJE-	160	Qmax 10 Años	87.03	743.22	744.37	744.8	745.79	0.067908	5.35	16.77	18.57	1.73
EJE-	160	Qmax 25 Años	142.8	743.22	744.75	745.32	746.64	0.059052	6.2	24.06	19.76	1.7
EJE-	160	Qmax 50 Años	196.63	743.22	745.08	745.76	747.3	0.052347	6.76	30.78	20.79	1.66
EJE-	160	Qmax 100 Años	262.16	743.22	745.48	746.23	747.94	0.044461	7.16	39.24	22.02	1.58
EJE-	140	Qmax 5 Años	54.69	742.14	744.62	743.31	744.69	0.001193	1.25	46.95	23.95	0.26
EJE-	140	Qmax 10 Años	87.03	742.14	744.89	743.66	745.04	0.002032	1.75	53.54	24.74	0.35
EJE-	140	Qmax 25 Años	142.8	742.14	745.25	744.16	745.54	0.00342	2.48	62.58	25.56	0.46



EJE-	140	Qmax 50 Años	196.63	742.14	745.5	744.58	745.95	0.004792	3.11	70.22	35.33	0.56
EJE-	140	Qmax 100 Años	262.16	742.14	744.19	745.03	746.91	0.056324	7.47	37.06	22.59	1.75
EJE-	133.33*	Qmax 5 Años	54.69	741.84	744.62		744.68	0.000794	1.11	53.52	24.47	0.22
EJE-	133.33*	Qmax 10 Años	87.03	741.84	744.9		745.02	0.001402	1.58	60.35	25.71	0.3
EJE-	133.33*	Qmax 25 Años	142.8	741.84	745.27		745.5	0.002462	2.26	71.84	37.54	0.4
EJE-	133.33*	Qmax 50 Años	196.63	741.84	745.54		745.9	0.003459	2.83	82.59	42.5	0.48
EJE-	133.33*	Qmax 100 Años	262.16	741.84	745.81	744.75	746.32	0.004518	3.4	94.55	44.49	0.56
EJE-	130	Lat										
		Struct										
EJE-	126.67*	Qmax 5 Años	54.69	741.53	744.63		744.67	0.000588	1.02	59.63	30.12	0.19
EJE-	126.67*	Qmax 10 Años	87.03	741.53	744.9		745	0.001083	1.47	69.05	37.41	0.26
EJE-	126.67*	Qmax 25 Años	142.8	741.53	745.29		745.48	0.001822	2.06	85.6	44.25	0.35
EJE-	126.67*	Qmax 50 Años	196.63	741.53	745.59		745.85	0.002385	2.49	98.85	44.69	0.41
EJE-	126.67*	Qmax 100 Años	262.16	741.53	745.89		746.25	0.002993	2.93	112.53	45.13	0.46



EJE-	120	Qmax 5 Años	54.69	741.23	744.63	744.67	0.00046	0.94	70.29	40.32	0.17	
EJE-	120	Qmax 10 Años	87.03	741.23	744.91	744.99	0.000807	1.32	82.38	44.21	0.23	
EJE-	120	Qmax 25 Años	142.8	741.23	745.32	745.45	0.001287	1.8	100.26	44.83	0.3	
EJE-	120	Qmax 50 Años	196.63	741.23	745.62	745.82	0.001702	2.19	114.15	45.3	0.35	
EJE-	120	Qmax 100 Años	262.16	741.23	745.94	746.2	0.002161	2.59	128.5	45.78	0.4	
EJE-	100	Qmax 5 Años	54.69	740.34	744.64	741.74	744.66	0.000121	0.57	129.02	60	0.09
EJE-	100	Qmax 10 Años	87.03	740.34	744.94	742.09	744.97	0.000212	0.79	146.98	60	0.12
EJE-	100	Qmax 25 Años	142.8	740.34	745.37	742.6	745.41	0.000359	1.09	172.38	60	0.16
EJE-	100	Qmax 50 Años	196.63	740.34	745.7	742.95	745.76	0.000493	1.34	192.15	60	0.19
EJE-	100	Qmax 100 Años	262.16	740.34	746.04	743.36	746.13	0.000646	1.6	212.64	60	0.22
EJE-	90	Inl Struct										
EJE-	80	Qmax 5 Años	54.69	739.61	740.89	740.89	741.33	0.018832	3.18	20.07	23.96	0.94
EJE-	80	Qmax 10 Años	87.03	739.61	741.21	741.21	741.77	0.018285	3.68	28.33	27.68	0.96



EJE-	80	Qmax 25 Años	142.8	739.61	741.75	741.75	742.31	0.013434	3.87	47.53	38.17	0.87
EJE-	80	Qmax 50 Años	196.63	739.61	742.05	742.05	742.71	0.013552	4.26	59.59	41.15	0.89
EJE-	80	Qmax 100 Años	262.16	739.61	742.33	742.33	743.13	0.014035	4.68	71.5	44.42	0.92
EJE-	60	Qmax 5 Años	54.69	738.6	739.62	739.88	740.63	0.063232	4.66	12.69	18.11	1.62
EJE-	60	Qmax 10 Años	87.03	738.6	739.95	740.4	741.13	0.049806	5.15	19.22	24.53	1.52
EJE-	60	Qmax 25 Años	142.8	738.6	740.31	740.73	741.75	0.046675	5.95	30.68	36.18	1.54
EJE-	60	Qmax 50 Años	196.63	738.6	740.53	741.02	742.16	0.045531	6.44	38.85	36.68	1.55
EJE-	60	Qmax 100 Años	262.16	738.6	740.79	741.49	742.57	0.042501	6.82	48.39	37.26	1.54
EJE-	50	Qmax 5 Años	54.69	738	739.14	739.4	739.93	0.058235	4.3	14.97	27.86	1.54
EJE-	50	Qmax 10 Años	87.03	738	739.29	739.7	740.5	0.073036	5.39	19.31	30.08	1.77
EJE-	50	Qmax 25 Años	142.8	738	739.56	740.02	741.14	0.071177	6.3	28.2	35.81	1.83
EJE-	50	Qmax 50 Años	196.63	738	739.77	740.28	741.55	0.066677	6.78	35.88	36.99	1.82
EJE-	50	Qmax 100 Años	262.16	738	740	740.59	742	0.061282	7.19	44.42	37.12	1.79
EJE-	40	Qmax 5 Años	54.69	737.62	738.64	738.85	739.35	0.05384	4.19	16	29.86	1.49



EJE-	40	Qmax 10 Años	87.03	737.62	738.82	739.09	739.78	0.057321	4.95	21.66	32.2	1.59
EJE-	40	Qmax 25 Años	142.8	737.62	739.06	739.47	740.4	0.061167	5.93	29.96	35.42	1.7
EJE-	40	Qmax 50 Años	196.63	737.62	739.27	739.73	740.86	0.059974	6.5	37.51	37.08	1.73
EJE-	40	Qmax 100 Años	262.16	737.62	739.48	739.96	741.36	0.058489	7.04	45.45	37.2	1.75
EJE-	20	Qmax 5 Años	54.69	736.31	737.67	737.9	738.4	0.042645	4.28	16.46	29.24	1.36
EJE-	20	Qmax 10 Años	87.03	736.31	737.88	738.15	738.79	0.043099	4.89	22.96	31.2	1.41
EJE-	20	Qmax 25 Años	142.8	736.31	738.17	738.5	739.35	0.043447	5.66	32.17	32.72	1.47
EJE-	20	Qmax 50 Años	196.63	736.31	738.41	738.85	739.81	0.042971	6.21	40.22	34.37	1.5
EJE-	20	Qmax 100 Años	262.16	736.31	738.67	739.05	740.32	0.042919	6.8	49.32	36.55	1.53

STANDARD TABLE 2

Reach	River Sta	Profile Elev	E.G. Elev	W.S. Elev	Vel Head	Frctn Loss	C & E Loss	Q Left	Q Channel	Q Right	Top Width
-------	--------------	-----------------	--------------	--------------	----------	---------------	---------------	--------	--------------	---------	--------------



			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)
EJE-	440	Qmax 5 Años	756.55	755.47	1.08	1.15	0.17	2.48	50.71	1.5	17.57
EJE-	440	Qmax 10 Años	757.18	755.73	1.45	1.31	0.21	7.12	76.93	2.98	24.24
EJE-	440	Qmax 25 Años	757.84	756.03	1.81	1.38	0.23	23.68	113.48	5.63	41.89
EJE-	440	Qmax 50 Años	758.21	756.23	1.99	1.34	0.24	49.41	139.35	7.87	42.18
EJE-	440	Qmax 100 Años	758.64	756.43	2.21	1.34	0.25	83.21	168.25	10.7	42.48
EJE-	410	Qmax 5 Años	755.22	754.72	0.5	0.79	0.02	11.11	41.23	2.36	29.51
EJE-	410	Qmax 10 Años	755.66	754.9	0.76	0.85	0	22.22	60.69	4.12	32.36
EJE-	410	Qmax 25 Años	756.23	755.19	1.04	0.93	0.03	45.08	90.14	7.58	36.82
EJE-	410	Qmax 50 Años	756.63	755.44	1.19	0.97	0.02	70.5	114.83	11.3	40.65
EJE-	410	Qmax 100 Años	757.05	755.68	1.37	1.02	0.01	105.23	140.91	16.02	45.34
EJE-	380	Qmax 5 Años	754.43	753.76	0.67	0.61	0.02	8.68	41.64	4.38	25.46
EJE-	380	Qmax 10 Años	754.81	754.06	0.76	0.59	0.02	22.66	57.66	6.71	40.97
EJE-	380	Qmax 25 Años	755.27	754.34	0.93	0.61	0.01	44.41	79.41	18.98	53.86
EJE-	380	Qmax 50 Años	755.64	754.51	1.13	0.65	0.01	64.37	98.19	34.07	56.89



EJE-	380	Qmax 100 Años	756.02	754.68	1.34	0.67	0.01	88.23	118.03	55.9	58.67
EJE-	360	Qmax 5 Años	753.8	752.97	0.82	0.37	0	1.64	42.59	10.47	23.2
EJE-	360	Qmax 10 Años	754.2	753.25	0.96	0.37	0.01	2.82	59.12	25.09	35.79
EJE-	360	Qmax 25 Años	754.65	753.57	1.08	0.35	0.01	8.38	80.99	53.43	43.54
EJE-	360	Qmax 50 Años	754.99	753.79	1.2	0.33	0.01	14.91	97.77	83.95	45.85
EJE-	360	Qmax 100 Años	755.34	754.03	1.31	0.31	0	24.25	115.99	121.91	49.25
EJE-	350	Qmax 5 Años	753.42	752.57	0.85	0.38	0.02	1.28	42.78	10.63	26.81
EJE-	350	Qmax 10 Años	753.83	752.8	1.02	0.4	0.02	2.21	58.7	26.13	33.83
EJE-	350	Qmax 25 Años	754.29	753.12	1.17	0.39	0	3.73	80.19	58.88	36.11
EJE-	350	Qmax 50 Años	754.65	753.39	1.26	0.36	0.01	4.41	97.18	95.04	39.95
EJE-	350	Qmax 100 Años	755.03	753.67	1.36	0.33	0.01	8.59	115.68	137.89	44.31
EJE-	340	Qmax 5 Años	753.02	752.23	0.79	0.91	0.07	0.92	39.5	14.27	30.8
EJE-	340	Qmax 10 Años	753.41	752.43	0.97	0.93	0.07	1.63	53.87	31.53	35.46
EJE-	340	Qmax 25 Años	753.89	752.7	1.19	0.91	0.06	2.89	73.09	66.81	35.76
EJE-	340	Qmax 50 Años	754.28	752.94	1.33	0.88	0.03	4.3	89.13	103.21	36.03



EJE-	340	Qmax 100 Años	754.69	753.23	1.46	0.82	0.01	6.26	107.1	148.79	36.34
EJE-	320	Qmax 5 Años	752.04	751.48	0.56	0.51	0.09	0.73	33.69	20.27	35.19
EJE-	320	Qmax 10 Años	752.4	751.66	0.74	0.53	0.12	1.11	48.8	37.12	35.77
EJE-	320	Qmax 25 Años	752.92	751.93	0.99	0.09	0.11	1.78	73.97	67.05	37.1
EJE-	320	Qmax 50 Años	753.37	752.13	1.24	0.75	0.12	2.41	96.85	97.37	37.18
EJE-	320	Qmax 100 Años	753.87	752.35	1.51	0.83	0.11	3.21	124.14	134.81	37.26
EJE-	300	Qmax 5 Años	751.48	751.18	0.3	0.35	0.07	8.69	38.72	7.28	52.65
EJE-	300	Qmax 10 Años	751.75	751.4	0.35	0.31	0.07	12.9	55.47	18.65	58.47
EJE-	300	Qmax 25 Años	752.58	752.48	0.11	0.07	0.18	37.32	59.85	45.63	60
EJE-	300	Qmax 50 Años	752.5	751.66	0.84	0.39	0.04	39.37	107.19	50.07	60
EJE-	300	Qmax 100 Años	752.93	751.77	1.16	0.45	0.03	56.07	135.51	70.58	60
EJE-	290	Qmax 5 Años	751.06	750.03	1.03	0.83	0.01	2.87	49.94	1.87	25.52
EJE-	290	Qmax 10 Años	751.37	750.29	1.08	0.6	0.02	6.28	74.34	6.41	29.14
EJE-	290	Qmax 25 Años	752.34	750.45	1.88	0.7	0.01	12.33	117.09	13.38	36.44
EJE-	290	Qmax 50 Años	752.08	750.85	1.23	0.37	0.02	27.33	138.28	31.01	56.56



EJE-	290	Qmax 100 Años	752.45	751.01	1.44	0.38	0.01	42.86	169.67	49.63	57.9
EJE-	280	Qmax 5 Años	750.22	749.1	1.12	0.58	0.21	0.12	54.2	0.37	16.81
EJE-	280	Qmax 10 Años	750.75	749.42	1.33	0.64	0.21	1.19	84.96	0.88	17.79
EJE-	280	Qmax 25 Años	751.63	749.78	1.85	0.87	0.22	4.05	135.27	3.48	27.6
EJE-	280	Qmax 50 Años	751.68	750.26	1.42	0.73	0.03	17.17	166.4	13.06	50.61
EJE-	280	Qmax 100 Años	752.06	750.48	1.57	0.77	0.01	33.51	201.59	27.06	52.38
EJE-	260	Qmax 5 Años	749.46	749.01	0.45	0.6	0.04	22.25	28.52	3.92	25.83
EJE-	260	Qmax 10 Años	749.89	749.27	0.62	0.69	0.04	41.35	40.48	5.2	44.76
EJE-	260	Qmax 25 Años	750.53	749.43	1.11	0.94	0.01	69.86	60.13	12.81	55.91
EJE-	260	Qmax 50 Años	750.93	749.59	1.34	1.02	0	92.53	74.59	29.51	60
EJE-	260	Qmax 100 Años	751.28	749.74	1.54	1.03	0.01	125.2	86.91	50.05	60
EJE-	240	Qmax 5 Años	748.82	747.99	0.82	0.88	0.1	19.06	29.74	5.9	36.26
EJE-	240	Qmax 10 Años	749.17	748.16	1.01	0.86	0.12	29.8	41.63	15.6	44.12
EJE-	240	Qmax 25 Años	749.58	748.38	1.2	0.8	0.14	47.03	58.1	37.67	49.25
EJE-	240	Qmax 50 Años	749.9	748.55	1.35	0.3	0.01	63.17	71.63	61.83	51.09



EJE-	240	Qmax 100 Años	750.24	748.75	1.49	0.7	0.17	83.39	86.6	92.17	53.19
EJE-	220	Qmax 5 Años	747.84	747.34	0.5	0.33	0.01	2.43	47.35	4.91	33.76
EJE-	220	Qmax 10 Años	748.19	747.57	0.61	0.27	0.01	4.34	68.44	14.24	37.99
EJE-	220	Qmax 25 Años	748.64	747.91	0.73	0.23	0	6.33	100.26	36.21	44.35
EJE-	220	Qmax 50 Años	748.97	748.46	0.51	0.09	0.03	14.3	117	65.33	50.36
EJE-	220	Qmax 100 Años	749.37	748.44	0.93	0.11	0.05	18.86	156.71	86.58	49.98
EJE-	210	Qmax 5 Años	747.49	746.89	0.6	0.29	0.04	0.62	52.35	1.72	22.35
EJE-	210	Qmax 10 Años	747.91	747.23	0.67	0.26	0	1.74	80.22	5.07	32.49
EJE-	210	Qmax 25 Años	748.41	747.64	0.77	0.18	0.04	4.07	120.3	18.43	38.86
EJE-	210	Qmax 50 Años	748.85	748.43	0.42	0.11	0.05	8.51	140.29	47.83	60
EJE-	210	Qmax 100 Años	749.18	748.64	0.54	0.1	0.02	17.91	175.91	68.35	60
EJE-	200	Qmax 5 Años	747.16	746.7	0.46	0.3	0.02	1.11	52.15	1.43	21.24
EJE-	200	Qmax 10 Años	747.65	746.98	0.67	0.29	0.02	2.38	81.81	2.83	23.13
EJE-	200	Qmax 25 Años	748.24	747.51	0.73	0.21	0.03	5.56	125.59	11.65	35.89
EJE-	200	Qmax 50 Años	748.69	747.79	0.9	0.19	0.02	8.59	164.71	23.34	39.33



EJE-	200	Qmax 100 Años	749.06	748.33	0.73	0.13	0.03	18.58	196.26	47.33	58.14
EJE-	190	Qmax 5 Años	746.84	746.17	0.67	0.44	0.01	1.47	51.44	1.77	20.13
EJE-	190	Qmax 10 Años	747.34	746.47	0.87	0.4	0.01	3.24	80.24	3.55	21.3
EJE-	190	Qmax 25 Años	748	746.99	1.01	0.31	0.03	7.5	127.42	7.88	24.95
EJE-	190	Qmax 50 Años	748.48	747.4	1.07	0.25	0.04	12.21	167.68	16.74	35.95
EJE-	190	Qmax 100 Años	748.91	747.92	0.98	0.19	0.05	16.28	207.92	37.97	55.66
EJE-	180	Qmax 5 Años	746.39	745.65	0.74	1.18	0.03	1.56	50.87	2.26	19.99
EJE-	180	Qmax 10 Años	746.93	745.91	1.02	1.1	0.04	3.24	79.64	4.15	21.04
EJE-	180	Qmax 25 Años	747.66	746.32	1.34	0.95	0.06	7.18	127.43	8.2	22.65
EJE-	180	Qmax 50 Años	748.18	746.71	1.47	0.81	0.07	12.26	171.24	13.13	24.23
EJE-	180	Qmax 100 Años	748.67	747.22	1.45	0.63	0.1	20.24	220.26	21.66	35.67
EJE-	160	Qmax 5 Años	745.18	744.11	1.06	0.06	0.13	0.28	53.69	0.72	17.78
EJE-	160	Qmax 10 Años	745.79	744.37	1.42	0.09	0.15	0.94	84.45	1.64	18.57
EJE-	160	Qmax 25 Años	746.64	744.75	1.89	0.13	0.17	2.86	136.07	3.87	19.76
EJE-	160	Qmax 50 Años	747.3	745.08	2.22	0.16	0.17	5.58	184.36	6.69	20.79



EJE-	160	Qmax 100 Años	747.94	745.48	2.46	1	0.03	10.04	241.11	11.01	22.02
EJE-	140	Qmax 5 Años	744.69	744.62	0.07	0.01	0	2.05	50.47	2.17	23.95
EJE-	140	Qmax 10 Años	745.04	744.89	0.15	0.01	0.01	3.8	79.38	3.85	24.74
EJE-	140	Qmax 25 Años	745.54	745.25	0.29	0.02	0.02	7.43	128.21	7.16	25.56
EJE-	140	Qmax 50 Años	745.95	745.5	0.45	0.03	0.03	11.61	174.38	10.63	35.33
EJE-	140	Qmax 100 Años	746.91	744.19	2.72	0.04	0.05	7.53	246.18	8.45	22.59
EJE-	133.33*	Qmax 5 Años	744.68	744.62	0.06	0	0	3.17	49.17	2.35	24.47
EJE-	133.33*	Qmax 10 Años	745.02	744.9	0.12	0.01	0.01	5.6	77.27	4.15	25.71
EJE-	133.33*	Qmax 25 Años	745.5	745.27	0.24	0.01	0.01	9.83	125.23	7.74	37.54
EJE-	133.33*	Qmax 50 Años	745.9	745.54	0.36	0.02	0.03	15.74	169.43	11.46	42.5
EJE-	133.33*	Qmax 100 Años	746.32	745.81	0.51	0.02	0.05	26.84	219.2	16.13	44.49
EJE-	130	Lat		Struct							
EJE-	126.67*	Qmax 5 Años	744.67	744.63	0.05	0	0	4.38	47.7	2.62	30.12



EJE-	126.67*	Qmax 10 Años	745	744.9	0.1	0.01	0.01	6.87	75.52	4.64	37.41
EJE-	126.67*	Qmax 25 Años	745.48	745.29	0.19	0.01	0.02	15.6	118.83	8.37	44.25
EJE-	126.67*	Qmax 50 Años	745.85	745.59	0.26	0.01	0.02	28.93	155.64	12.06	44.69
EJE-	126.67*	Qmax 100 Años	746.25	745.89	0.36	0.02	0.03	47.3	198.08	16.78	45.13
EJE-	120	Qmax 5 Años	744.67	744.63	0.04	0	0.01	6.34	45.39	2.96	40.32
EJE-	120	Qmax 10 Años	744.99	744.91	0.08	0.01	0.02	12.27	69.72	5.04	44.21
EJE-	120	Qmax 25 Años	745.45	745.32	0.13	0.01	0.03	27.69	106.33	8.79	44.83
EJE-	120	Qmax 50 Años	745.82	745.62	0.19	0.02	0.04	44.54	139.45	12.64	45.3
EJE-	120	Qmax 100 Años	746.2	745.94	0.26	0.02	0.05	66.59	177.98	17.59	45.78
EJE-	100	Qmax 5 Años	744.66	744.64	0.01			11.81	35.81	7.07	60
EJE-	100	Qmax 10 Años	744.97	744.94	0.02			20.47	53.59	12.96	60
EJE-	100	Qmax 25 Años	745.41	745.37	0.04			36.56	81.83	24.42	60
EJE-	100	Qmax 50 Años	745.76	745.7	0.06			52.78	107.57	36.28	60
EJE-	100	Qmax 100 Años	746.13	746.04	0.09			73.08	137.69	51.39	60



EJE-	90	Inl									
		Struct									
EJE-	80	Qmax 5 Años	741.33	740.89	0.43	0.64	0.06	3.31	40.89	10.48	23.96
EJE-	80	Qmax 10 Años	741.77	741.21	0.56	0.57	0.06	6.54	60.21	20.29	27.68
EJE-	80	Qmax 25 Años	742.31	741.75	0.56	0.46	0.09	13.31	85.68	43.81	38.17
EJE-	80	Qmax 50 Años	742.71	742.05	0.67	0.46	0.1	18.21	108.54	69.88	41.15
EJE-	80	Qmax 100 Años	743.13	742.33	0.8	0.46	0.1	28.46	133.88	99.82	44.42
EJE-	60	Qmax 5 Años	740.63	739.62	1.01	0.63	0.06	0.17	45.49	9.04	18.11
EJE-	60	Qmax 10 Años	741.13	739.95	1.18	0.63	0	1	69.93	16.1	24.53
EJE-	60	Qmax 25 Años	741.75	740.31	1.45	0.6	0.01	3.11	105.42	34.26	36.18
EJE-	60	Qmax 50 Años	742.16	740.53	1.62	0.59	0.02	5.24	130.81	60.57	36.68
EJE-	60	Qmax 100 Años	742.57	740.79	1.78	0.55	0.02	8.39	158.89	94.88	37.26
EJE-	50	Qmax 5 Años	739.93	739.14	0.8	0.56	0.03	0.04	42.52	12.13	27.86
EJE-	50	Qmax 10 Años	740.5	739.29	1.22	0.65	0.08	0.14	63.38	23.51	30.08
EJE-	50	Qmax 25 Años	741.14	739.56	1.58	0.66	0.07	0.44	95.45	46.91	35.81



EJE-	50	Qmax 50 Años	741.55	739.77	1.79	0.63	0.06	0.77	120.31	75.54	36.99
EJE-	50	Qmax 100 Años	742	740	2	0.6	0.04	1.25	148.16	112.74	37.12
EJE-	40	Qmax 5 Años	739.35	738.64	0.71	0.94	0	0.26	37.99	16.44	29.86
EJE-	40	Qmax 10 Años	739.78	738.82	0.96	0.98	0.02	0.6	55.05	31.39	32.2
EJE-	40	Qmax 25 Años	740.4	739.06	1.34	1.01	0.05	1.37	82.22	59.21	35.42
EJE-	40	Qmax 50 Años	740.86	739.27	1.59	0.99	0.06	2.32	105.18	89.14	37.08
EJE-	40	Qmax 100 Años	741.36	739.48	1.88	0.98	0.07	3.58	130.75	127.84	37.2
EJE-	20	Qmax 5 Años	738.4	737.67	0.73			0.12	39.05	15.53	29.24
EJE-	20	Qmax 10 Años	738.79	737.88	0.91			0.34	54.12	32.57	31.2
EJE-	20	Qmax 25 Años	739.35	738.17	1.18			0.93	77.36	64.51	32.72
EJE-	20	Qmax 50 Años	739.81	738.41	1.4			1.76	98.44	96.43	34.37
EJE-	20	Qmax 100 Años	740.32	738.67	1.65			3.05	123.36	135.75	36.55

Nota. Elaboración propia



g. Resultados en el Barraje

Tabla 22

Resultados en el barraje

Reach	River Sta	Profile	E.G.	W.S.	Q Total	Q Weir	Q Gates	Q Culv	Q	Q	Q Breach
			Elev	Elev					Inline RC	Outlet TS	
			(m)	(m)	(m ³ /s)						
EJE-	90	Qmax 5 Años	744.66	744.64	54.69	24.59	30.1				
EJE-	90	Qmax 10 Años	744.97	744.94	87.03	51.54	35.49				
EJE-	90	Qmax 25 Años	745.41	745.37	142.8	104.2	38.6				
EJE-	90	Qmax 50 Años	745.76	745.7	196.63	155.78	40.85				
EJE-	90	Qmax 100 Años	746.13	746.04	262.16	219.04	43.12				

Nota. Elaboración propia



h. Resultados en el canal

Tabla 23

Resultados en el canal

Reach	River Sta	Profile	Q				Wr	Weir Max Depth	Weir Avg Depth	Min					
			Q US	Leaving Total	Q DS	Q Weir				El Weir	E.G. US.	W.S. US.	E.G. DS	W.S. DS	
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
EJE-	130	Qmax 5 Años	54.69	0.27	54.69	0.27		2	0.53	0.22	744.1	744.68	744.63	744.67	744.63
EJE-	130	Qmax 10 Años	87.03	0.79	87.03	0.79		2	0.8	0.49	744.1	745.01	744.9	745	744.9
EJE-	130	Qmax 25 Años	142.8	1.83	142.8	1.83		2	1.19	0.88	744.1	745.48	745.28	745.47	745.29
EJE-	130	Qmax 50 Años	196.63	2.81	196.63	2.81		2	1.48	1.17	744.1	745.86	745.57	745.85	745.59
EJE-	130	Qmax 100 Años	262.16	3.94	262.16	3.94		2	1.79	1.47	744.1	746.27	745.87	746.25	745.89

Nota. Elaboración propia

7.4. ANEXO N° 4: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 79

Levantamiento topográfico aguas arriba del barraje mixto



Nota. La figura muestra el proceso del levantamiento topográfico aguas arriba de la ubicación del barraje mixto, donde se utilizó estación total y prisma como equipos de topografía. Elaboración propia.

Figura 80

Levantamiento topográfico aguas abajo de la ubicación del barraje mixto



Nota. La figura representa el proceso del levantamiento topográfico aguas abajo de la ubicación del barraje mixto, donde se utilizó estación total y prisma como equipos de topografía, asimismo se muestra el canal de derivación que se tiene a la fecha en el área de estudio. Elaboración propia.

Figura 81

Ubicación del barraje mixto



Nota. La figura indica la ubicación donde se busca realizar del baraje mixto, la coordenada es E: 812203.9555, N: 8996797.3987, Z: 740.846. Elaboración propia.

Figura 82

Levantamiento topográfico alrededor del punto de estudio



Nota. La figura representa el levantamiento topográfico de los puntos, y que luego servirá para la delimitación del área de estudio. Elaboración propia.

Figura 83

Tramo del Canal de derivación



Nota. La figura representa el canal de derivación al cual se busca dotar del caudal requerido igual a $0.4m^3/s$, asimismo se muestra, que el canal a la fecha esta hecho con material propio de la zona. Elaboración propia.

Figura 84

Derivación de agua por medio de tuberías



Nota. La figura evidencia que a la fecha los campos de cultivo están siendo abastecidos de agua por medio de tuberías ya que el canal de derivación actual no abastece en su totalidad a todas las parcelas. Elaboración propia.

Figura 85

Tubería que permite la derivación a parcela



Nota. La figura muestra el punto de llegada de la tubería que sirve para derivar agua a una parcela de cultivo que está cerca al área de estudio. Elaboración propia.

Figura 86

Vista de la tubería a lo largo del segundo brazo del río



Nota. La figura representa la extensión del segundo brazo del río, y donde a la fecha se extiende tuberías que sirven para derivar agua a parcelas, asimismo se evidencia que actualmente este segundo brazo cuenta con poca agua y es por ello que se usa la tubería, pero que en época de lluvia registra un aumento llegando a ocupar el ancho total.

Elaboración propia.



7.5. ANEXO N° 5: PLANOS

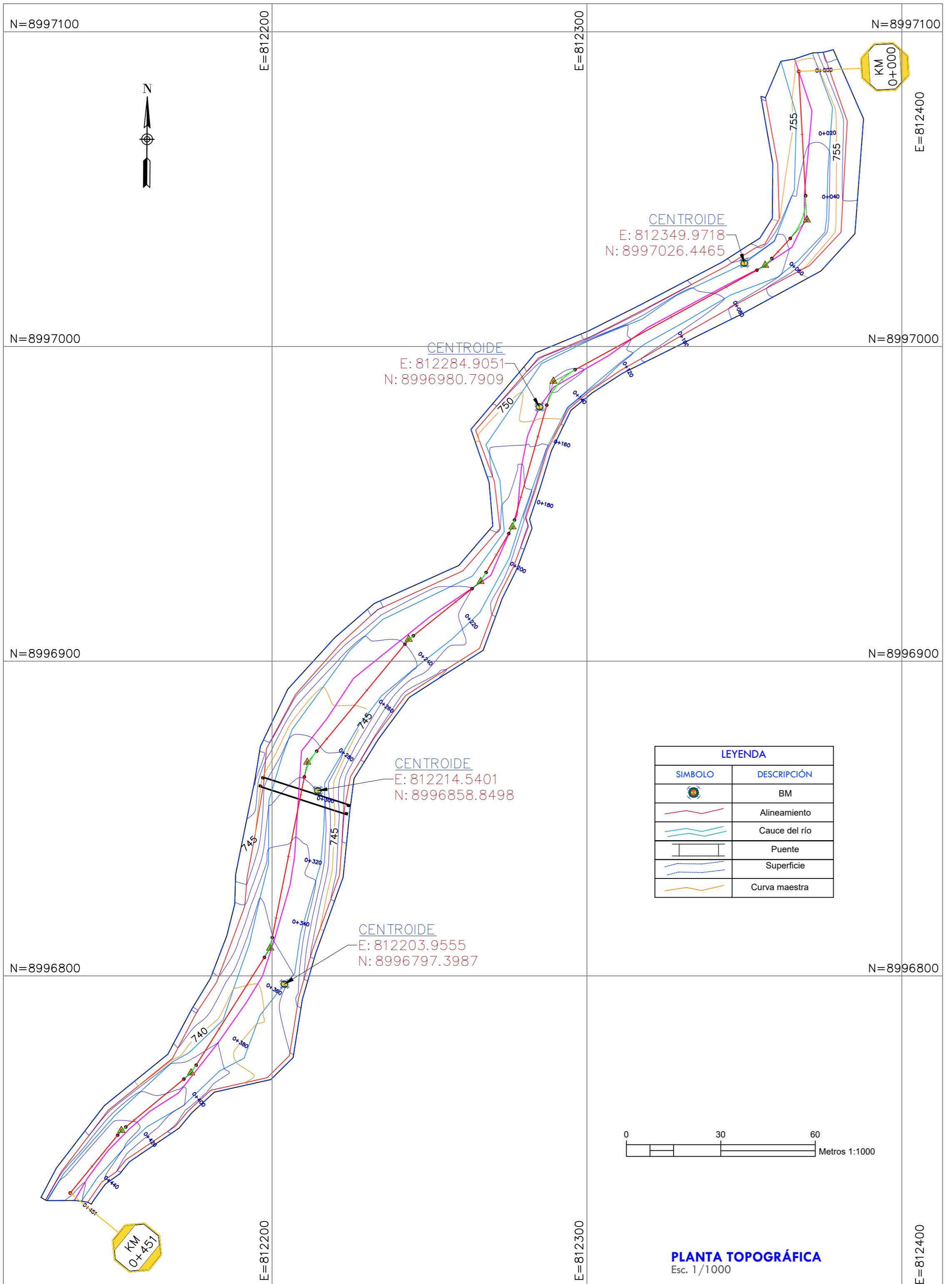


TABLA DE PUNTOS BMS				
DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)	UBICACIÓN
BM	812349.972	8997026.446	752.524	ROCA FIJA
BM	812284.905	8996980.791	750.479	ROCA FIJA
BM	812214.540	8996858.850	742.957	ROCA FIJA
BM	812203.956	8996797.399	740.846	ROCA FIJA

TABLA DE PUNTOS BMS

Esc. 1 / 10

TABLA DE PUNTOS COORDENADA UTM

Nº PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
3	T	812215.448	8996835.611	742.256
4	T	812221.450	8996831.970	746.803
5	T	812212.778	8996808.000	744.268
6	T	812209.071	8996813.489	741.217
7	T	812208.479	8996793.153	742.182
8	T	812207.166	8996800.668	741.042
9	T	812205.541	8996774.678	740.938
10	T	812198.508	8996767.688	740.519
11	T	812191.124	8996773.853	740.662
12	T	812180.551	8996763.670	739.212
13	T	812168.931	8996752.515	738.973
14	T	812199.019	8996855.634	743.109
15	T	812198.859	8996835.669	741.660
16	T	812195.526	8996822.071	740.837
17	T	812192.902	8996810.456	740.335
18	T	812188.395	8996797.610	740.075
19	T	812184.428	8996785.958	739.553
20	T	812173.435	8996757.160	739.440

TABLA DE COORDENADAS UTM

Esc. 1/200

TABLA DE PUNTOS COORDENADA UTM				
N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
21	T	812169.336	8996752.254	739.095
22	T	812171.848	8996758.781	737.979
23	T	812183.352	8996769.791	738.602
24	T	812182.839	8996778.709	738.991
25	T	812196.175	8996787.438	739.834
26	T	812191.745	8996791.445	739.728
28	T	812196.943	8996799.858	740.109
30	T	812200.653	8996811.196	741.013
32	T	812205.791	8996829.079	741.754
33	T	812207.154	8996837.941	741.675
38	T	812209.389	8996871.474	743.444
39	T	812217.515	8996881.797	744.802
40	T	812225.848	8996894.513	745.430
42	T	812233.412	8996916.329	748.050
43	T	812235.064	8996913.237	746.326
44	T	812221.806	8996905.693	747.747
45	T	812224.703	8996903.434	745.717
46	T	812207.463	8996889.411	747.251
47	T	812198.251	8996872.229	746.966
49	T	812194.526	8996844.242	745.063

TABLA DE COORDENADAS UTM

Esc. 1 / 200



PROYECTO:

"ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL - QUILLHUAY ALTO - CÁCERES DEL PERÚ - SANTA - ANCASH - 2024"

PLANO:

PLANTA

UBICACIÓN:

CÁCERES DEL PERÚ SANTA ANGASH

REALIZADO POR:

- Bach. Beltrán Narváez, Fabrizio Alessandro
 - Bach. Peralta Luna, Juan Diego

FECHA:

ESCALA:

Nº DE PLANO:

01

PERFIL LONGITUDINAL – ALINEAMIENTO KM 0+000.00 HASTA KM 0+450.92
ESC. HORIZ. 1/200 – ESC. VERT. 1/20



COTA TERRENO

COTA RASANTE

CORTE RELLENO

DIAGRAMA VERTICAL

DIAGRAMA HORIZONTAL

PI	L	R	COTA TERRENO	COTA RASANTE	CORTE RELLENO
PI-1	39.48 m	19 m	754.868	754.394	0.195
PI-2	8.65 m	19 m	753.557	753.528	0.028
PI-3	65.82 m	19 m	752.184	752.858	0.032
PI-4	37.88 m	19 m	751.394	751.519	0.124
PI-5	14.30 m	19 m	750.914	750.849	0.066
PI-6	23.94 m	19 m	749.300	749.469	0.910
PI-7	44.04 m	19 m	747.714	748.505	0.792
PI-8	52.06 m	19 m	746.787	747.542	0.216
PI-9	40.53 m	19 m	744.322	746.578	0.209
PI-10	23.76 m	19 m	741.714	744.650	0.430

Vertical profile annotations:

- Point 1: -33.49 % en 157.29
- Point 5: -48.19 % en 172.44
- Point 9: -42.51 % en 130.29

Horizontal profile annotations:

- Point 1: L: 14.820 m R: 19 m L: 6.055 m
- Point 2: L: 14.778 m R: 19 m
- Point 3: L: 4.725 m R: 19 m L: 6.801 m
- Point 4: L: 3.805 m R: 19 m
- Point 5: L: 9.153 m R: 19 m
- Point 6: L: 6.826 m R: 19 m
- Point 7: L: 6.826 m R: 19 m
- Point 8: L: 5.888 m R: 19 m
- Point 9: L: 3.626 m R: 19 m
- Point 10: L: 3.626 m R: 19 m

02

PROYECTO:

"ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL - QUILLHUAY ALTO - CÁCERES DEL PERÚ - SANTA - ANCASH - 2024"

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL

UBICACIÓN:

- Beltrán Narváez, Fabrizio Alesandr
Peralta Luna, Juan Diego

FECHA:

ESCALA:

1 / 1000



TABLA DE PUNTOS COORDENADA UTM				
N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
50	T	812206.436	8996878.432	744.180
51	T	812203.119	8996869.416	743.666
52	T	812197.366	8996861.081	744.164
53	T	812192.099	8996831.338	744.354
54	T	812216.384	8996846.150	742.422
55	T	812216.710	8996853.438	742.838
56	T	812191.342	8996822.118	742.919
57	T	812216.755	8996861.276	743.268
58	T	812187.648	8996812.111	742.967
59	T	812182.356	8996797.944	741.849
60	T	812176.026	8996788.364	742.012
73	T	812171.679	8996758.254	738.426
74	T	812153.535	8996741.536	738.494
75	T	812160.292	8996752.077	737.198
76	T	812150.511	8996737.720	737.925
77	T	812153.795	8996746.121	737.085
78	T	812145.937	8996734.493	736.576
79	T	812144.521	8996735.870	736.282
80	T	812139.490	8996728.451	735.980
81	T	812141.491	8996728.096	736.439

TABLA DE PUNTOS COORDENADA UTM				
N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
82	T	812128.054	8996728.791	738.138
83	T	812128.714	8996728.618	736.551
84	T	812137.246	8996728.663	735.687
85	T	812133.799	8996737.159	737.154
86	T	812133.148	8996737.852	738.444
87	T	812141.490	8996735.849	736.084
88	T	812147.769	8996744.331	736.201
89	T	812150.029	8996755.578	737.158
90	T	812154.636	8996751.343	736.687
91	T	812147.939	8996757.267	739.377
92	T	812161.203	8996756.970	737.506
93	T	812170.410	8996762.908	737.868
94	T	812168.455	8996772.736	739.056
95	T	812168.392	8996773.839	740.688
96	T	812173.626	8996775.580	739.317
97	T	812233.438	8996916.331	747.929
100	T	812250.109	8996914.079	746.358
102	T	812263.638	8996927.075	747.217
103	T	812260.646	8996928.729	747.347
104	T	812273.761	8996941.108	747.363

TABLA DE PUNTOS COORDENADA UTM				
N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
105	T	812272.338	8996942.122	748.063
106	T	812227.494	8996879.430	744.679
107	T	812272.356	8996957.551	748.595
108	T	812234.805	8996889.027	745.383
109	T	812270.602	8996957.059	748.845
110	T	812244.856	8996897.399	745.928
111	T	812281.950	8996970.263	749.192
112	T	812281.177	8996971.644	749.481
113	T	812257.146	8996907.029	746.714
114	T	812265.980	8996915.457	747.473
116	T	812289.451	8996987.101	751.159
117	T	812275.364	8996932.824	747.481
118	T	812293.746	8996980.585	750.475
119	T	812285.319	8996969.686	749.049
120	T	812279.221	8996961.792	747.873
121	T	812271.985	8996920.586	748.384
122	T	812277.804	8996946.497	747.400
123	T	812265.886	8996904.065	747.294
124	T	812279.509	8996946.016	747.462
125	T	812280.645	8996945.684	749.373

TABLA DE PUNTOS COORDENADA UTM				
N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
126	T	812276.622	8996929.958	748.801
127	T	812253.195	8996896.024	748.137
128	T	812281.417	8996942.804	749.216
129	T	812242.412	8996889.099	748.541
130	T	812283.752	8996954.924	749.451
131	T	812232.583	8996875.809	748.106
132	T	812281.985	8996961.939	748.433
133	T	812224.902	8996863.319	747.922
134	T	812287.536	8996967.394	749.533
135	T	812287.017	8996967.209	748.839
137	T	812300.270	8996986.187	750.420
138	T	812267.898	8996968.745	749.166
139	T	812264.649	8996973.355	750.316
140	T	812285.557	8996994.534	750.447
141	T	812284.656	8996996.399	752.388
142	T	812310.151	8996992.097	751.745
143	T	812310.070	8996994.471	750.829
144	T	812307.171	8996997.290	750.866
145	T	812301.172	8997002.137	750.721
146	T	812301.607	8997003.288	753.109

TABLA DE PUNTOS COORDENADA UTM				
N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	COTA (Z)
147	T	812317.551	8997008.727	751.112
148	T	812318.066	8997011.715	753.306
149	T	812328.378	8997016.203	751.845
150	T	812345.236	8997024.071	752.354
151	T	812344.166	8997025.489	752.776
152	T	812345.760	8997016.418	752.112
153	T	812330.306	8997007.424	751.314
154	T	812318.102	8997000.626	751.133
155	T	812318.064	8997000.605	751.132
157	T	812356.482	8997032.603	754.367
158	T	812359.564	8997033.452	752.833
159	T	812369.060	8997048.569	753.567
160	T	812365.857	8997049.823	754.150
161	T	812366.552	8997073.496	754.857</td



PROYECTO:
"ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL - QUILLHUAY ALTO - CÁCERES DEL PERÚ - SANTA - ANCASH - 2024"

PLANO:

SECCIONES TRANSVERSALES

UBICACIÓN:

CÁCERES DEL PERÚ, SANTA, ANCASH

REALIZADO POR:

- Bach. Beltrán Narváez, Fabrizio Alessandri
- Bach. Peralta Luna, Juan Diego

FECHA:

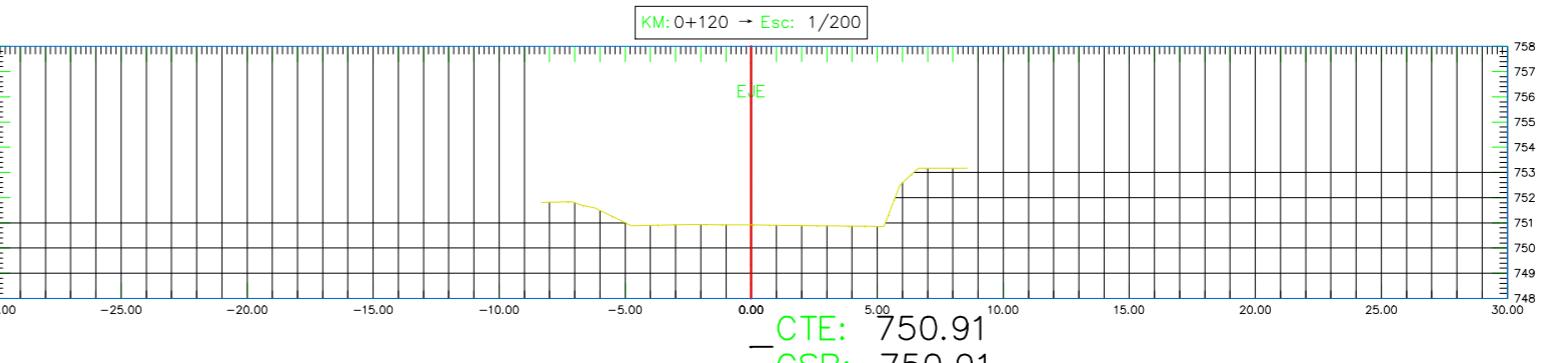
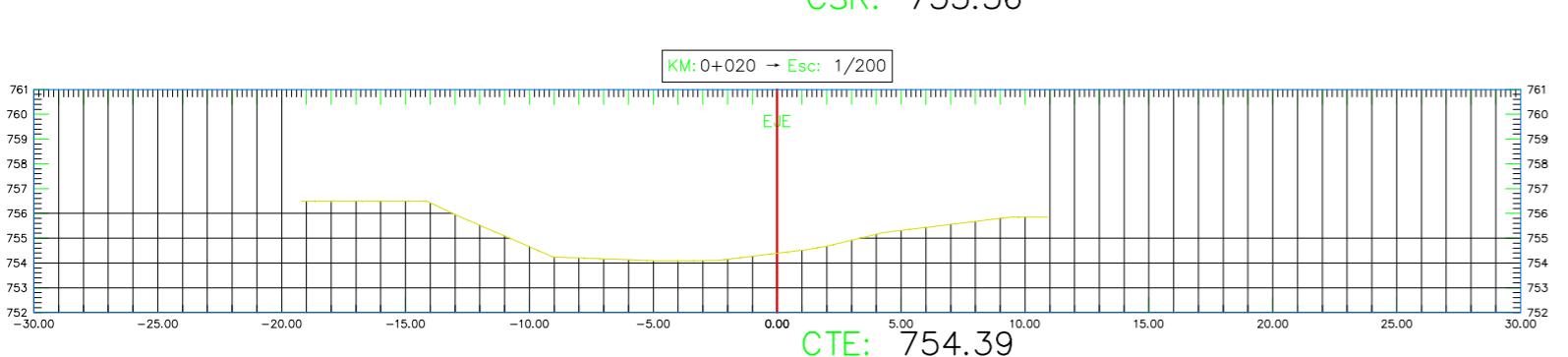
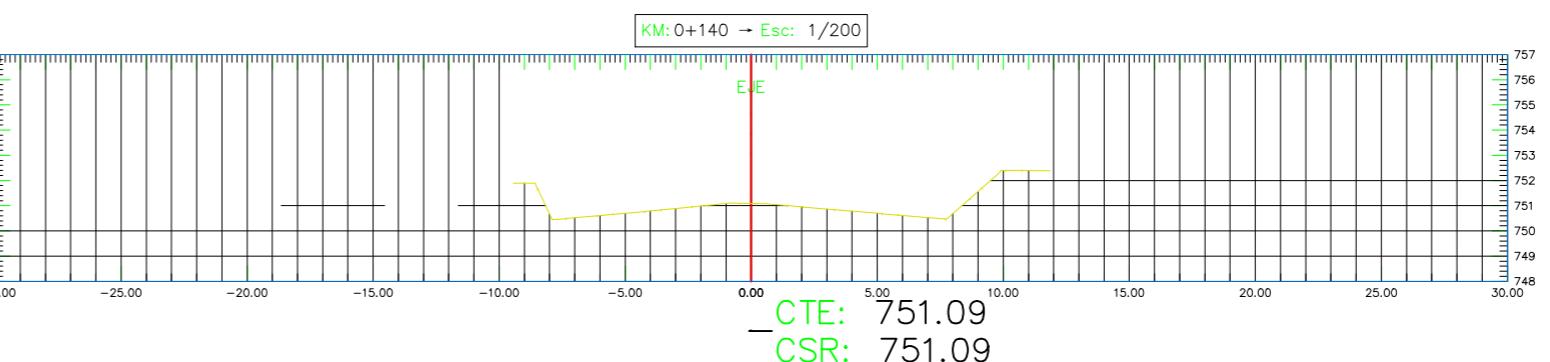
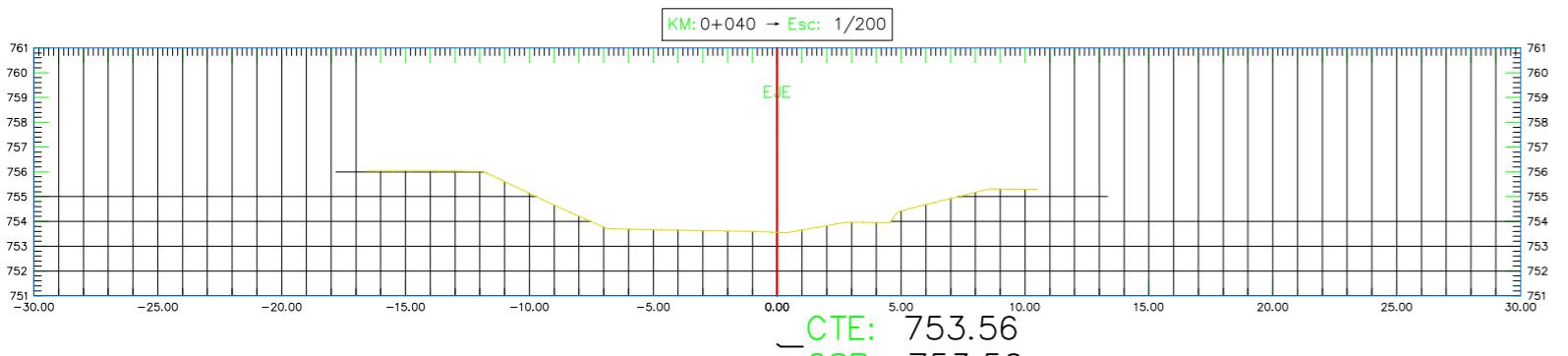
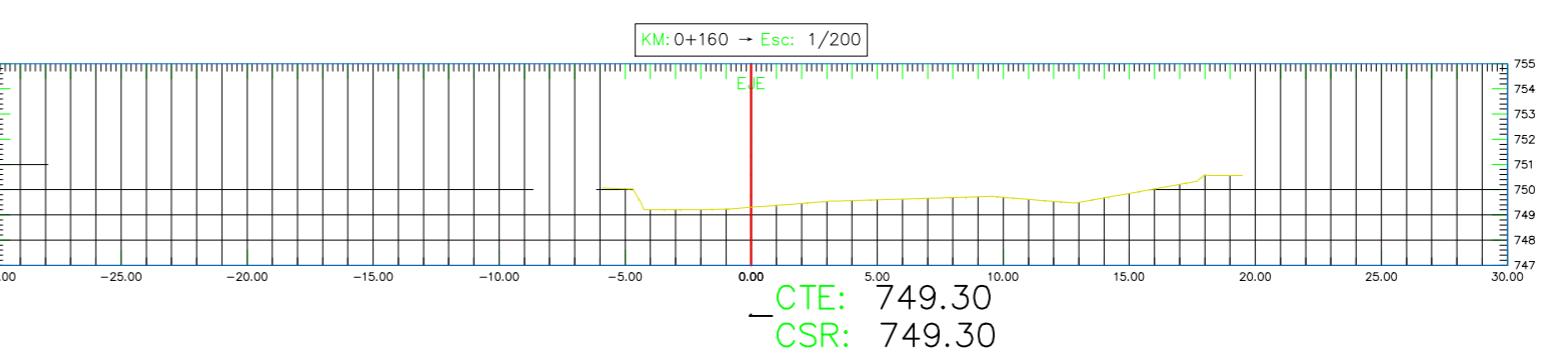
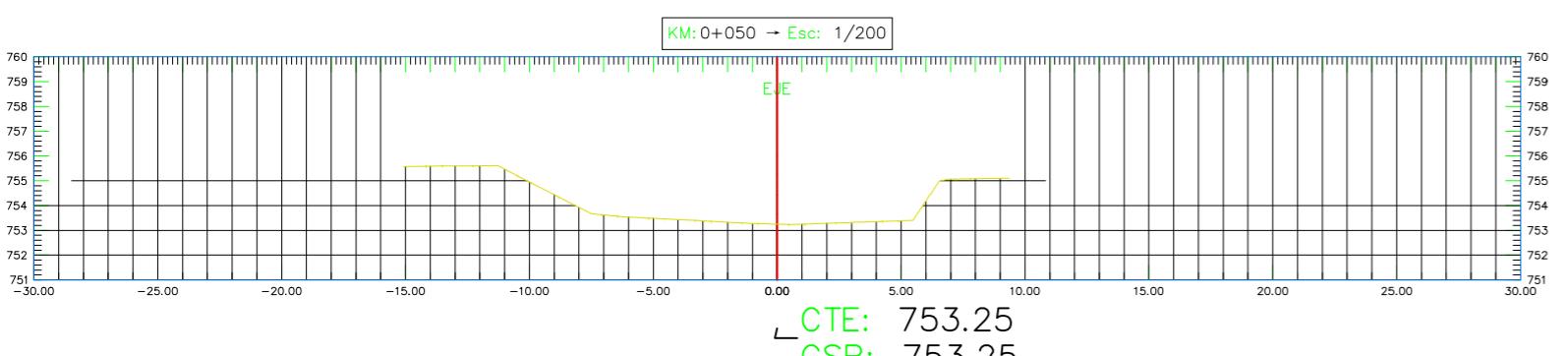
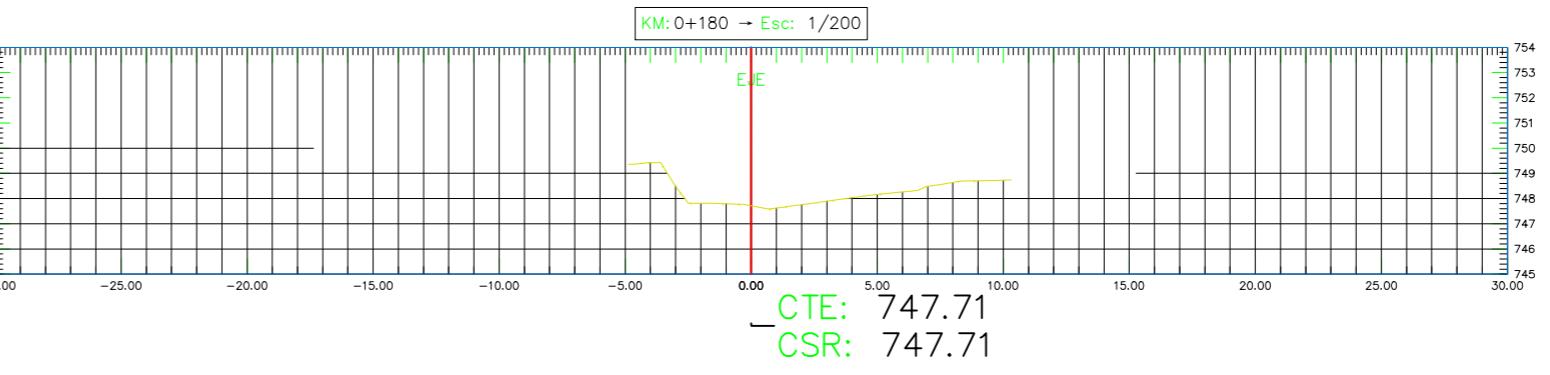
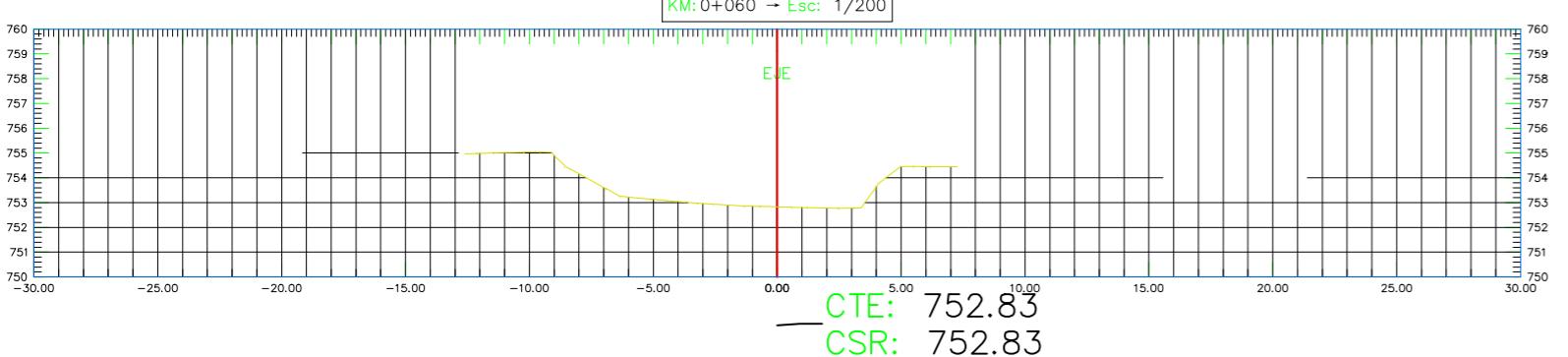
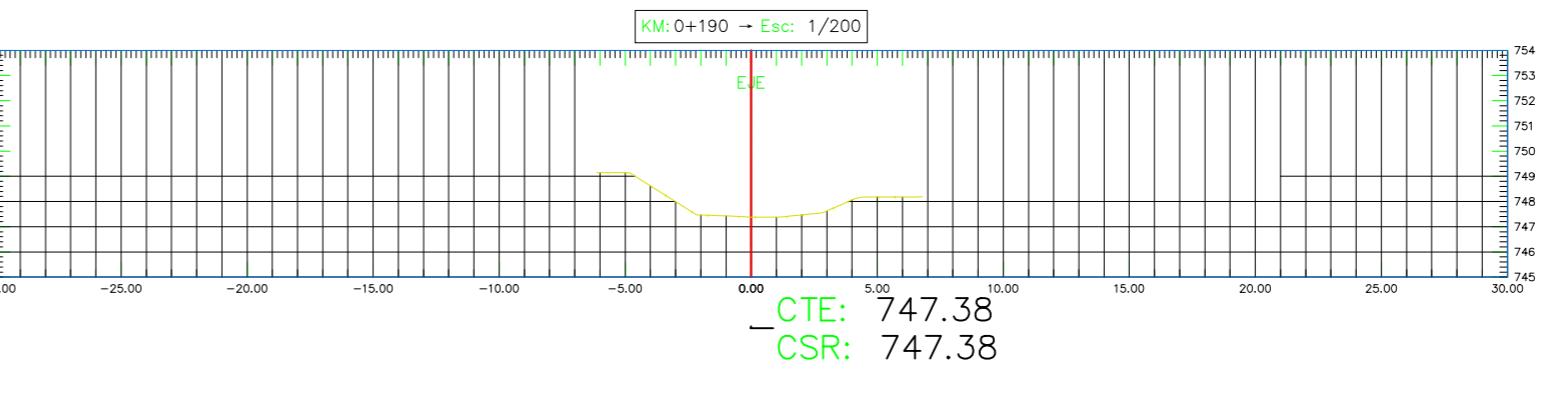
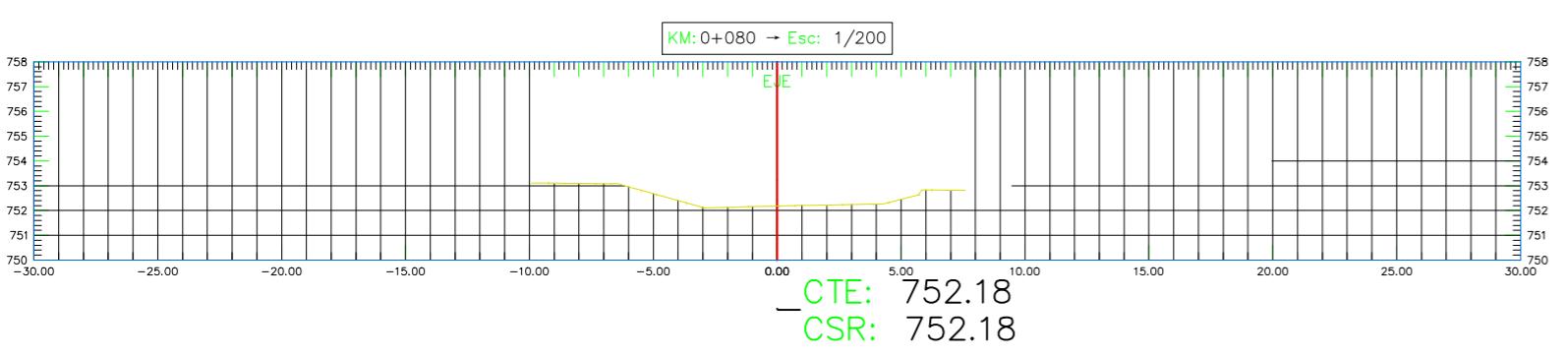
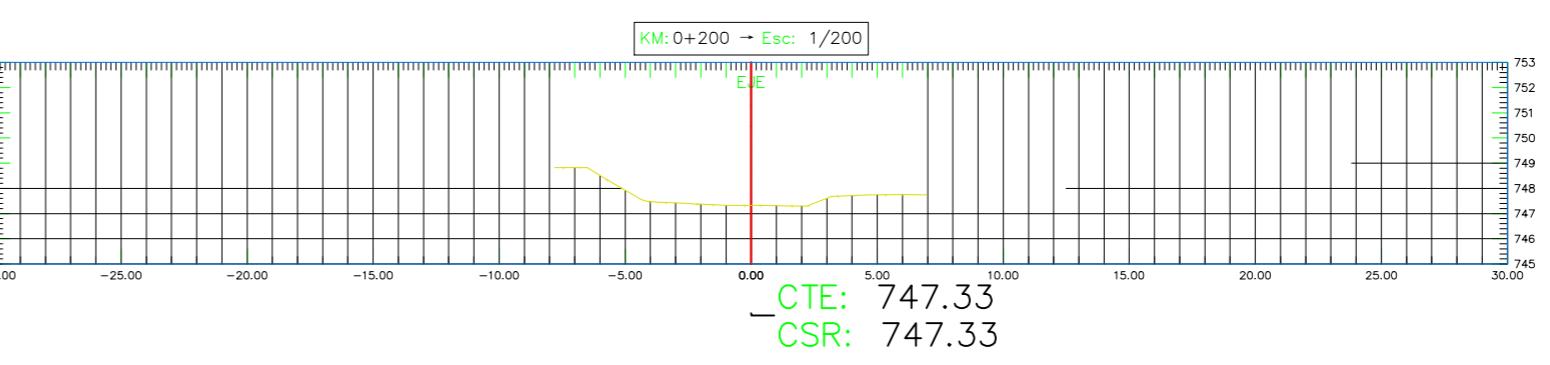
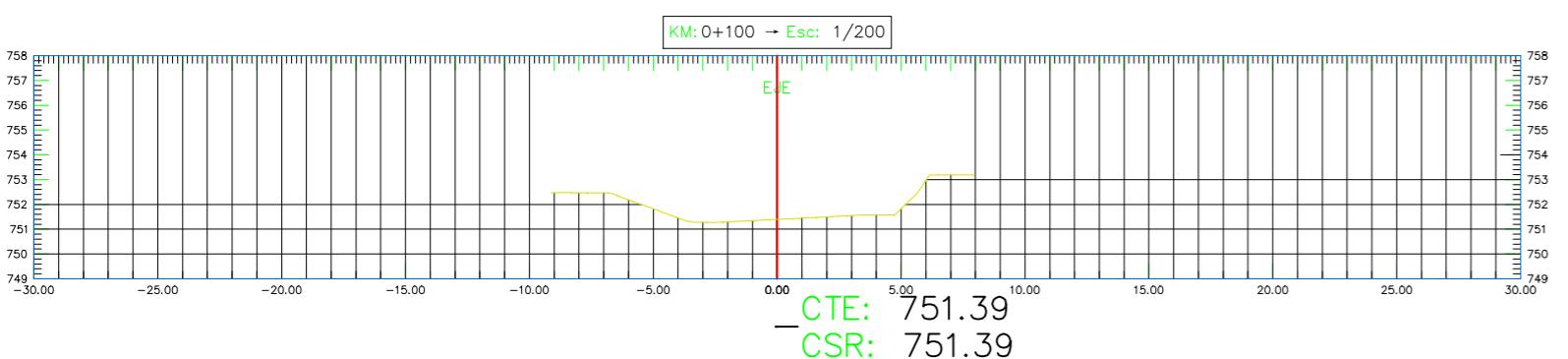
OCTUBRE - 2025

ESCALA:

1/300

Nº DE PLANO:

04





PROYECTO:
"ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO
NEPEÑA PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL
CANAL - QUILLUAY ALTO - CÁCERES DEL
PERÚ - SANTA - ANCASH - 2024"

PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES

UBICACIÓN:
CÁCERES DEL PERÚ, SANTA, ANCASH

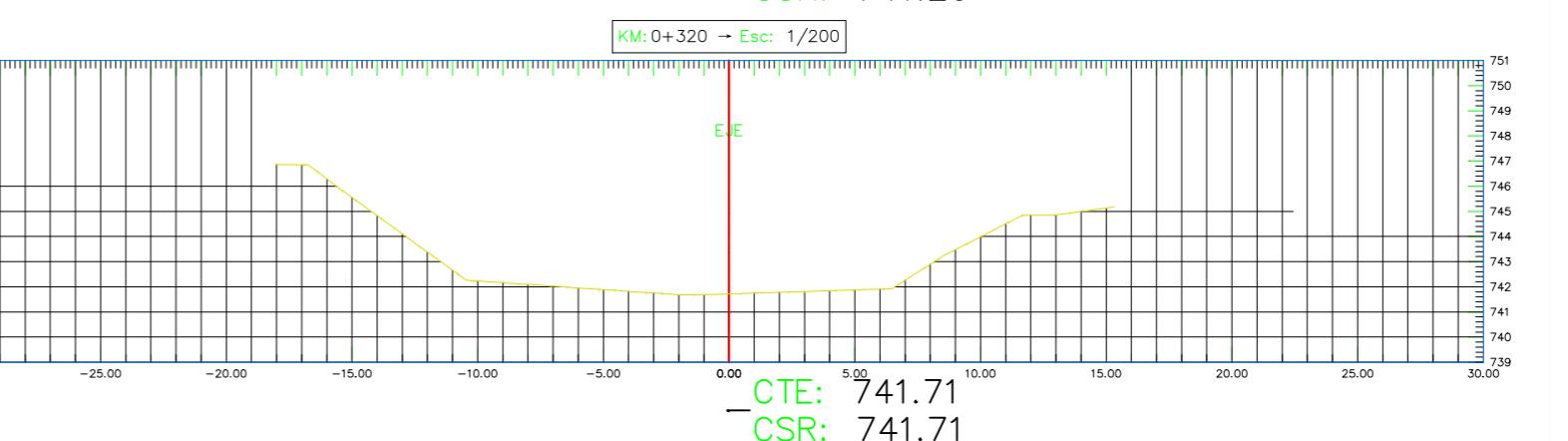
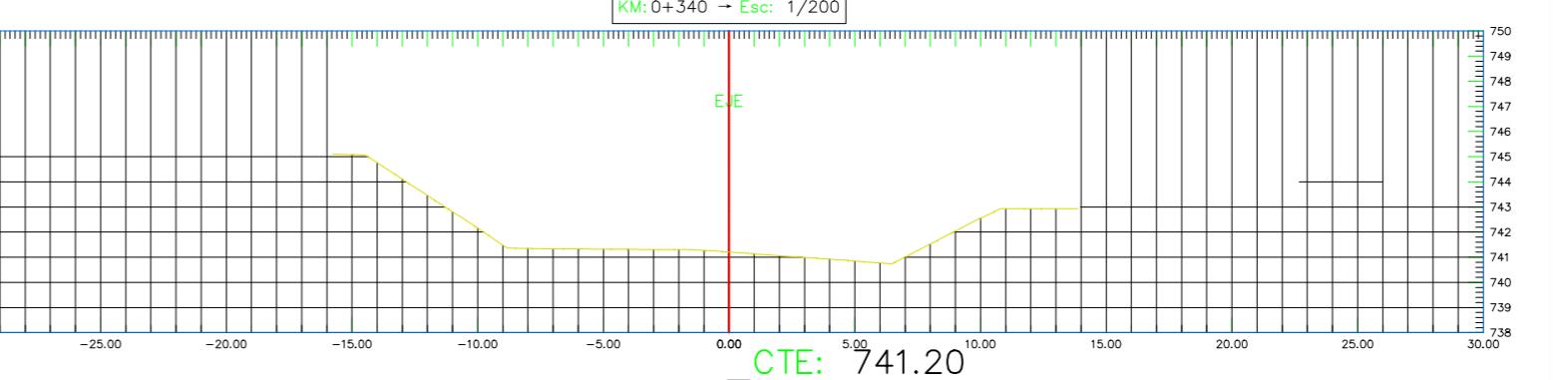
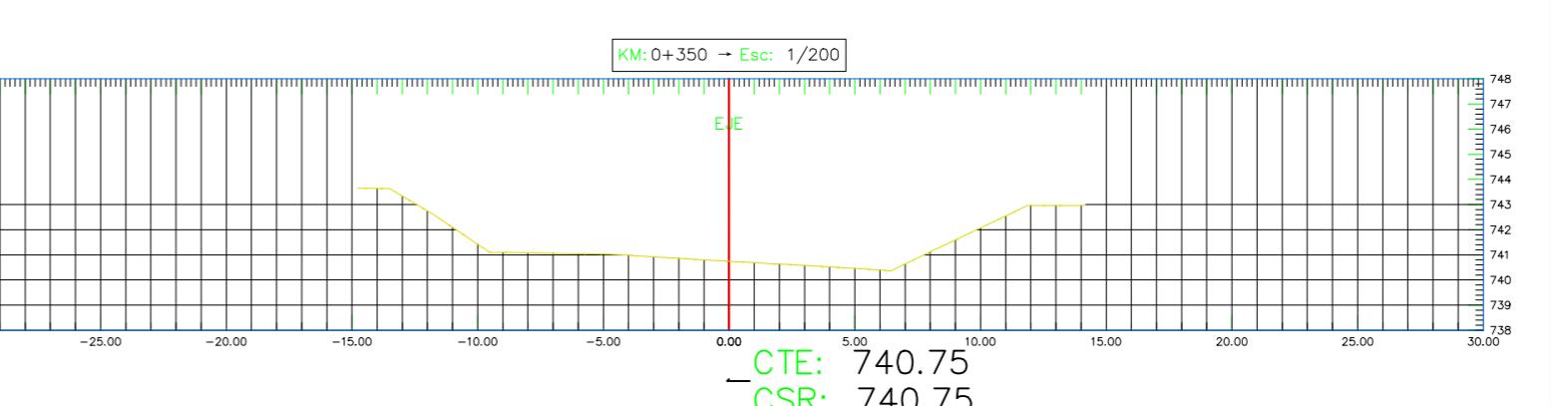
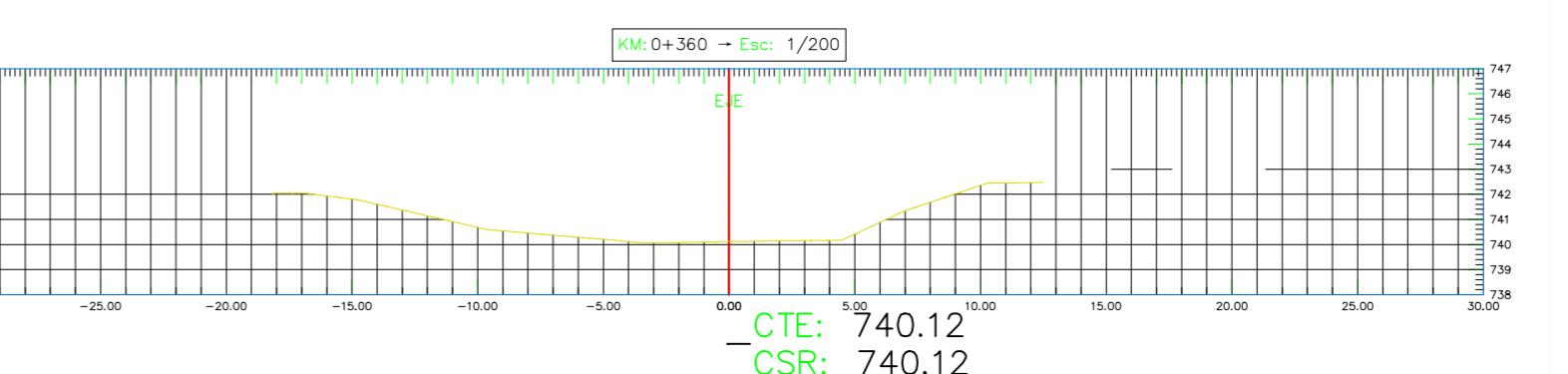
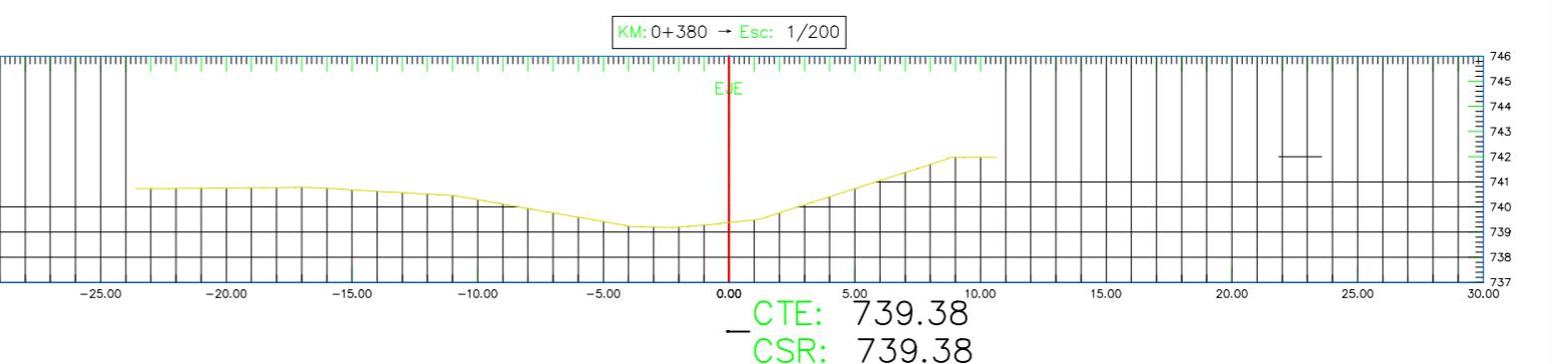
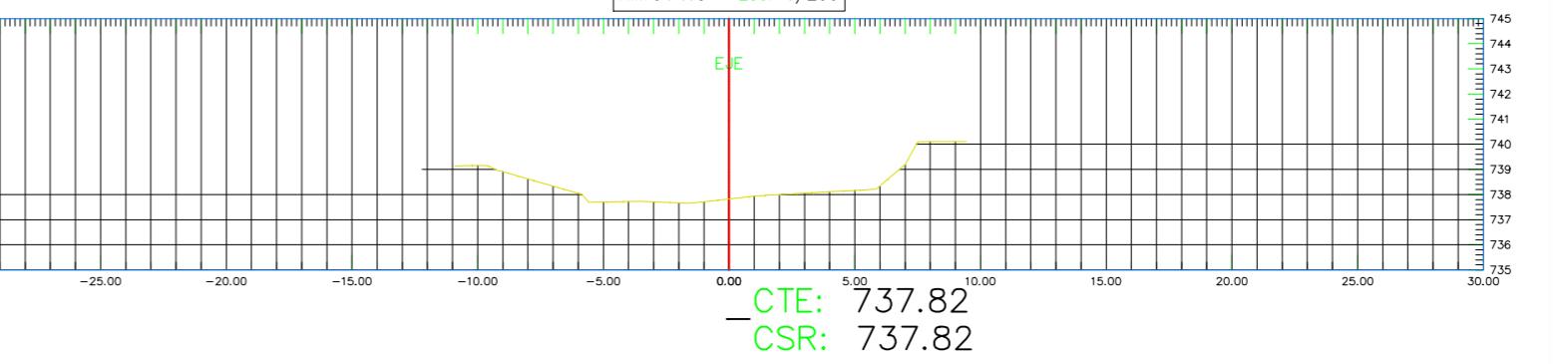
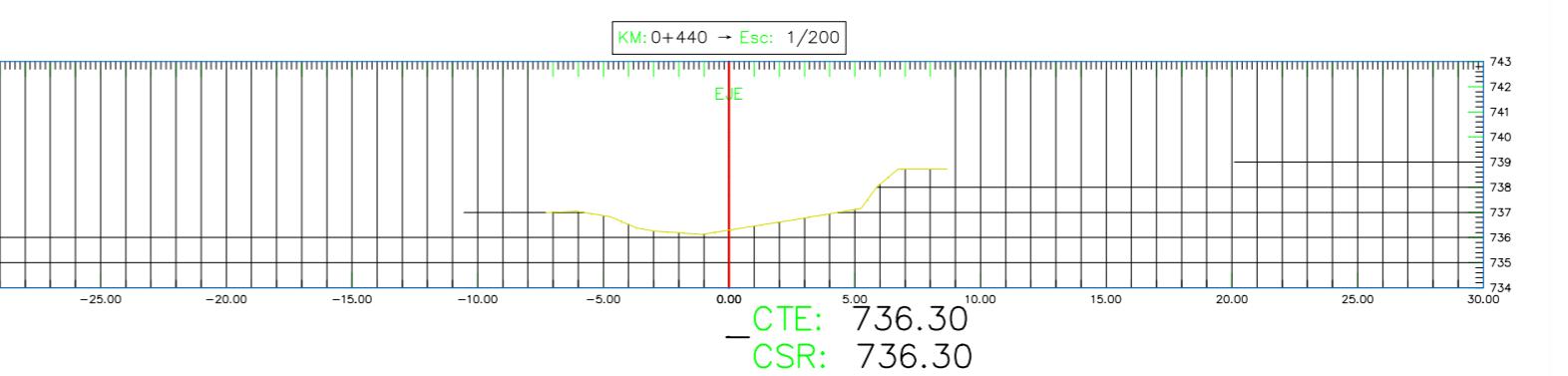
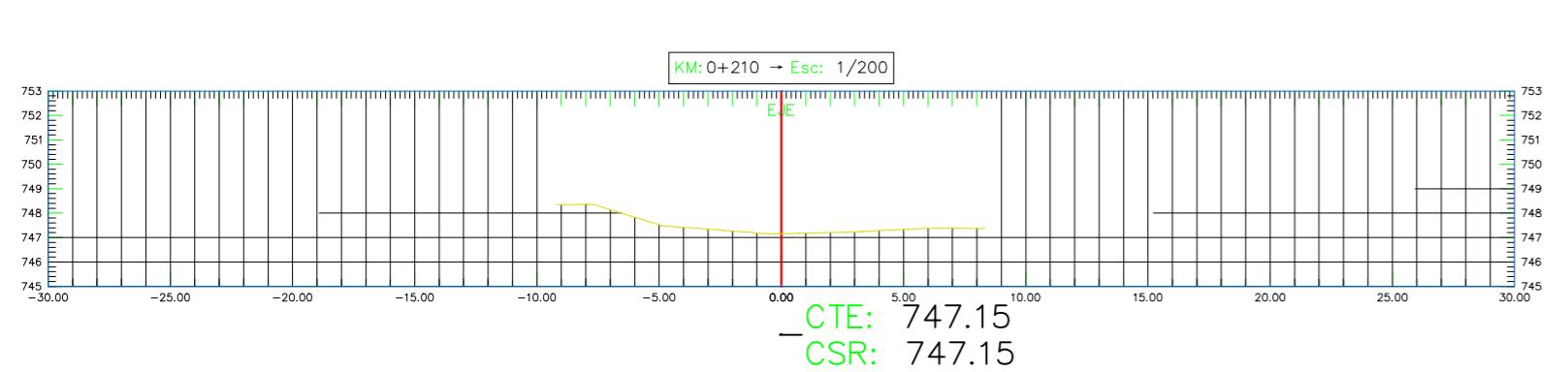
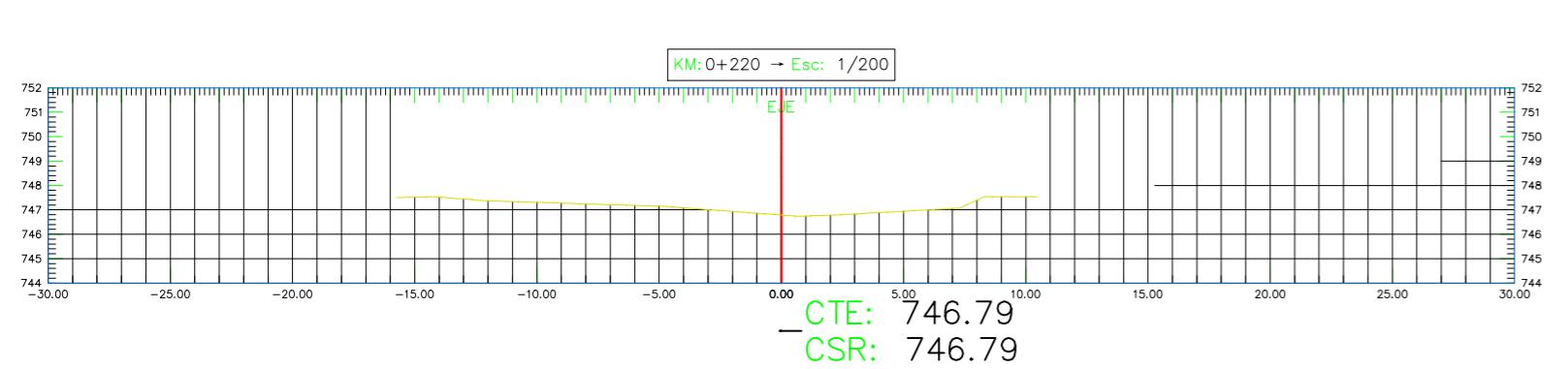
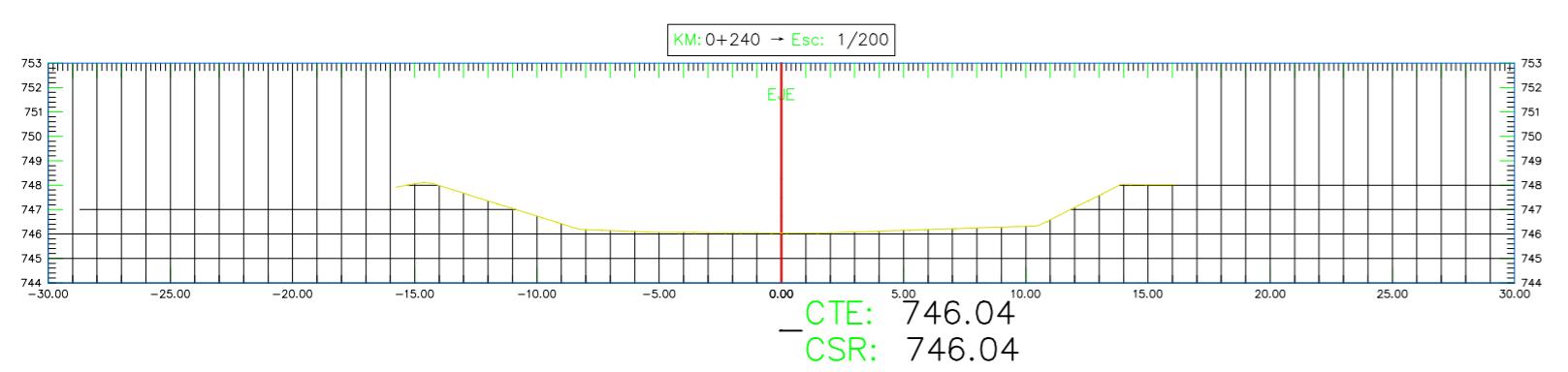
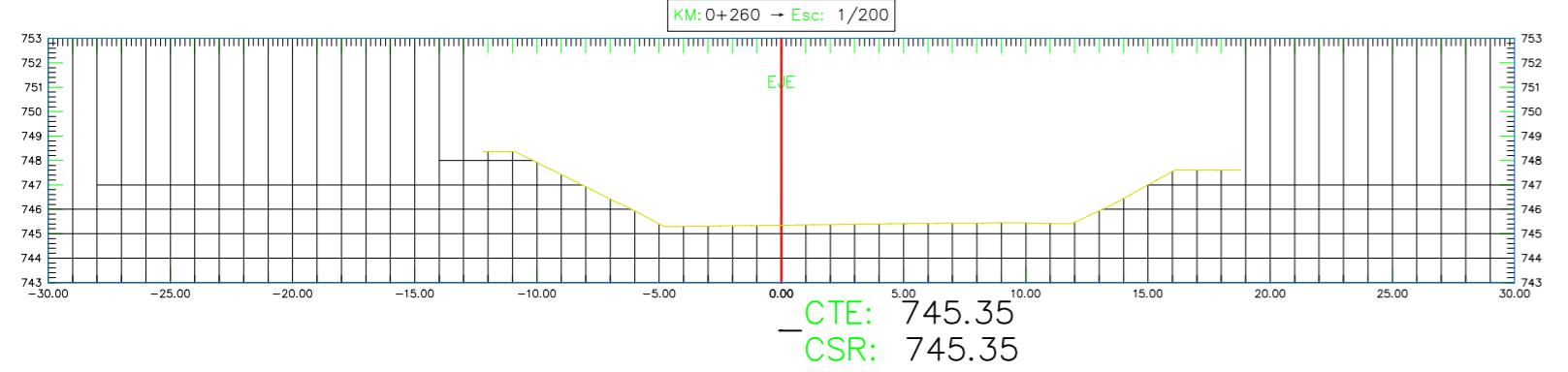
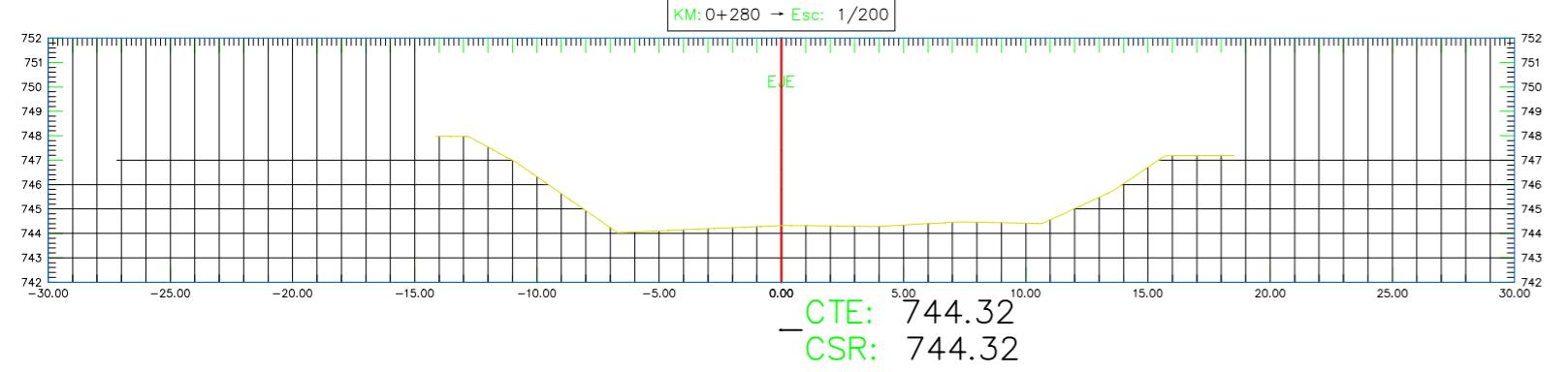
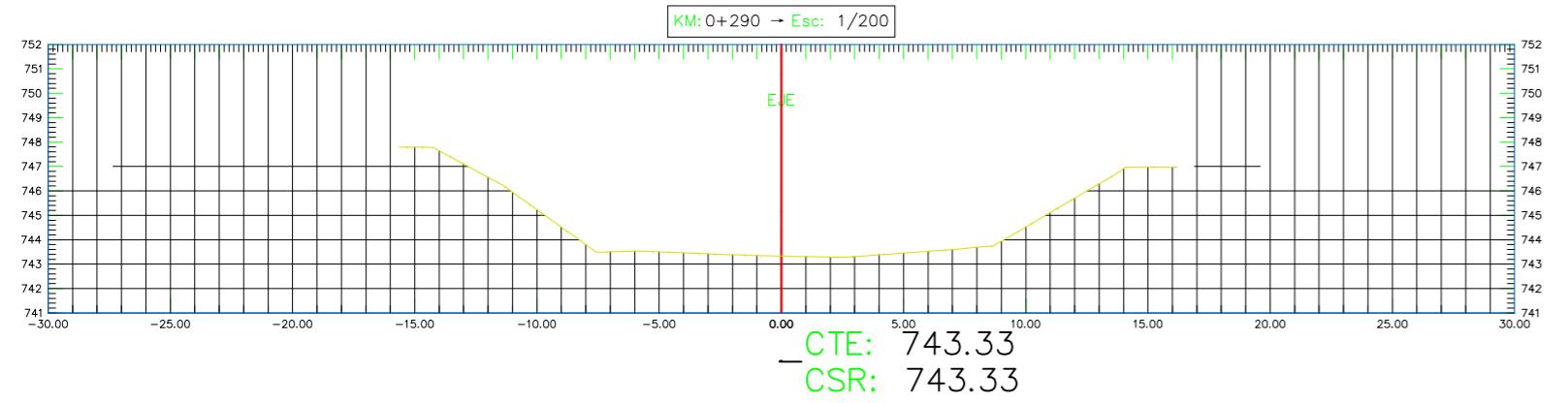
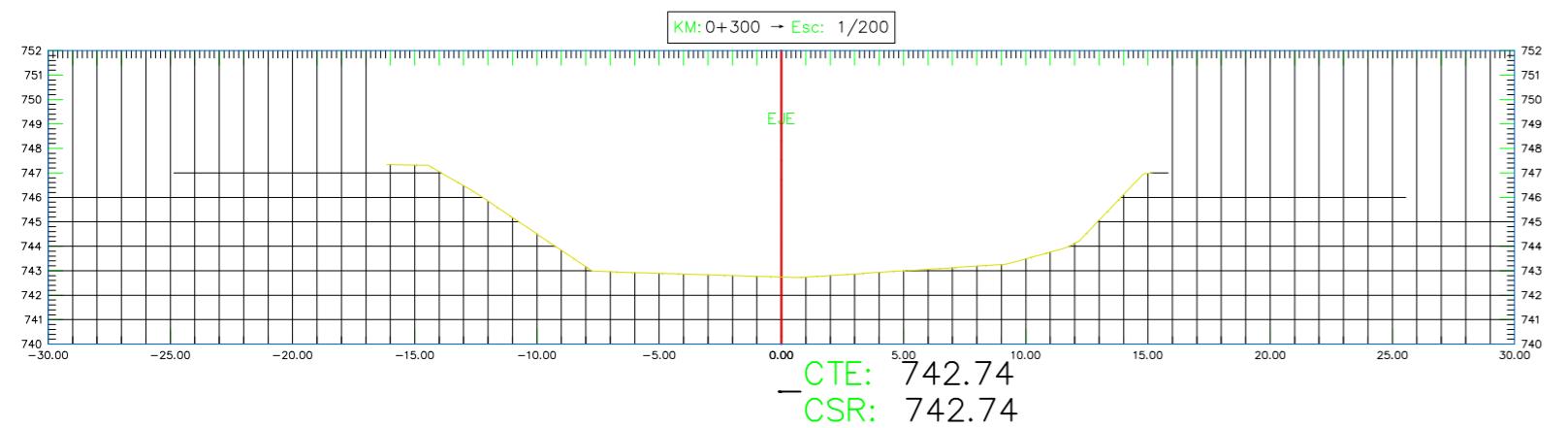
REALIZADO POR:

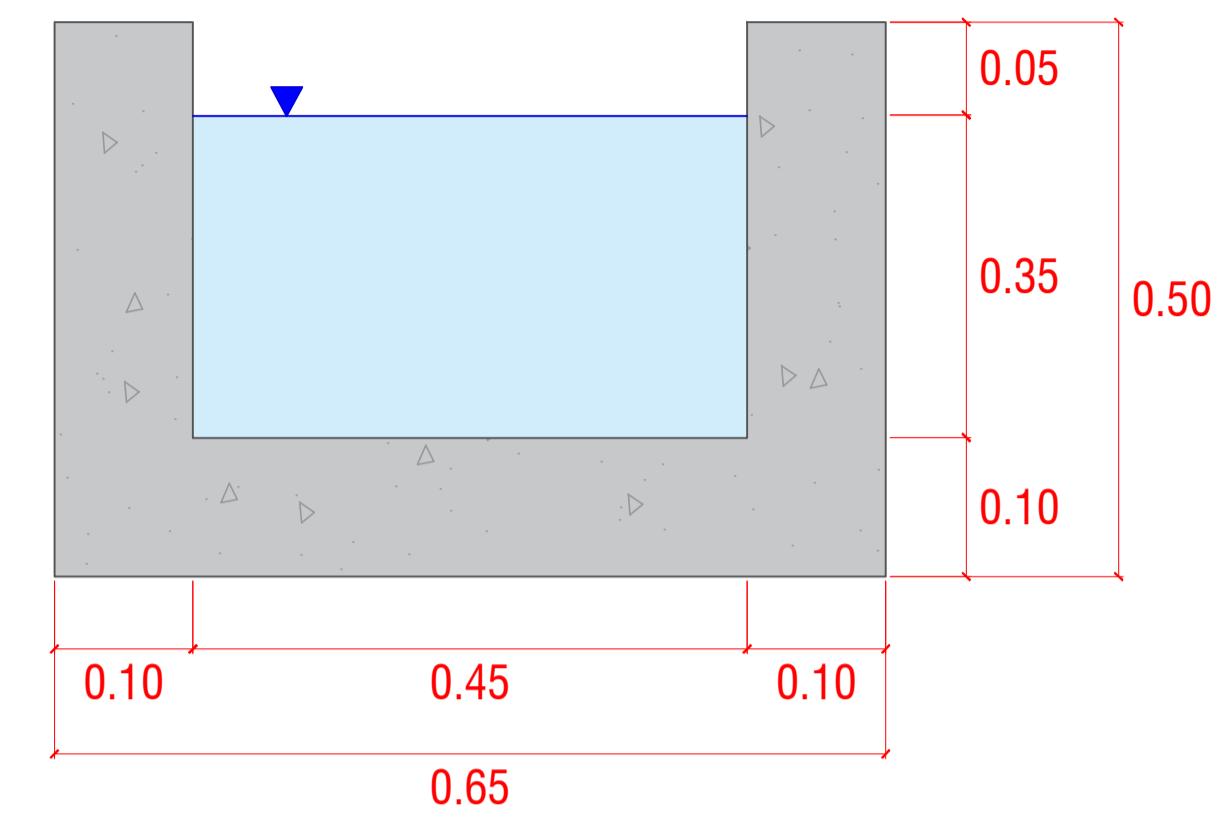
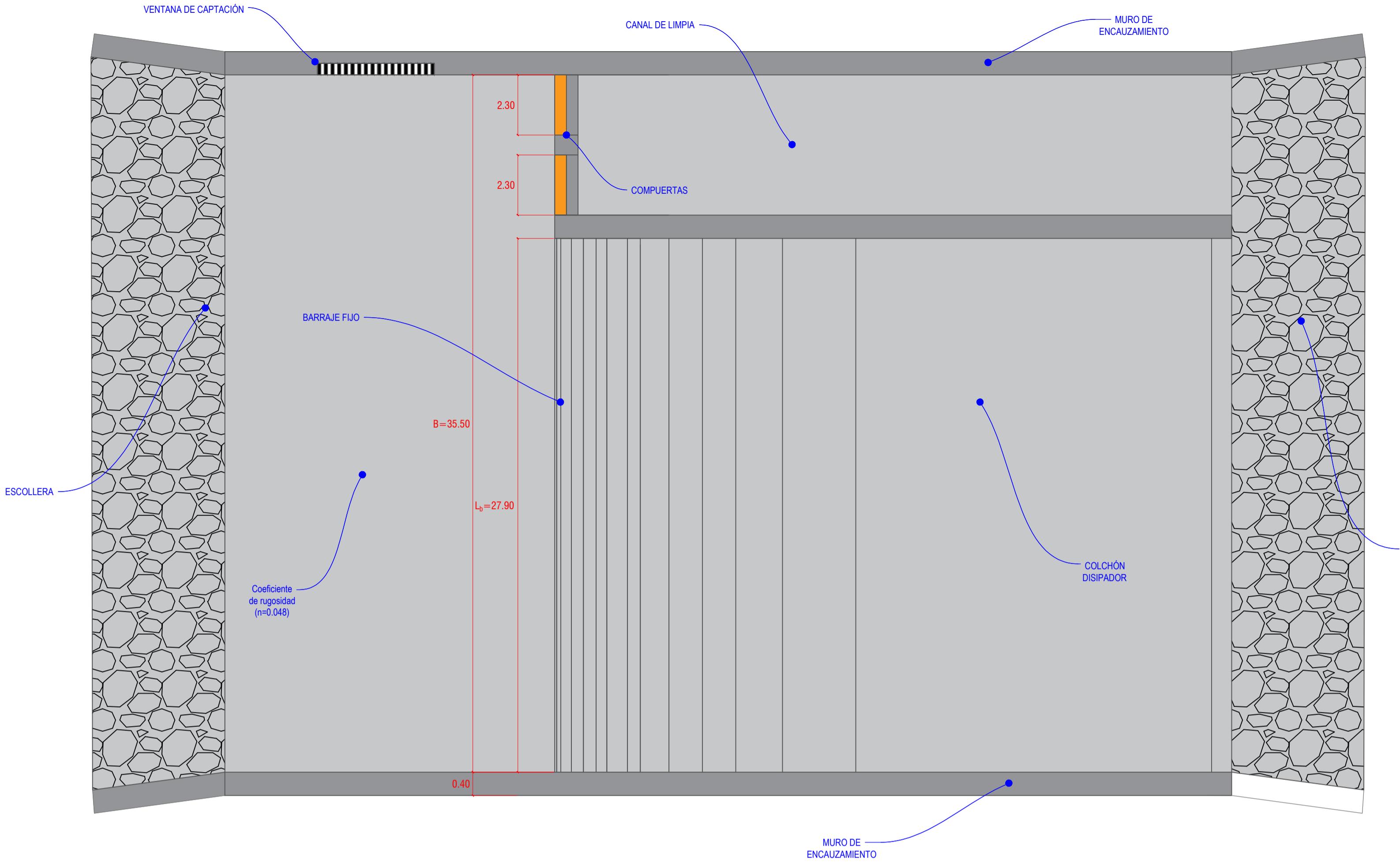
- Bach. Beltrán Narváez, Fabrizio Alessandri
- Bach. Peralta Luna, Juan Diego

FECHA:
OCTUBRE - 2025

ESCALA:
1/300

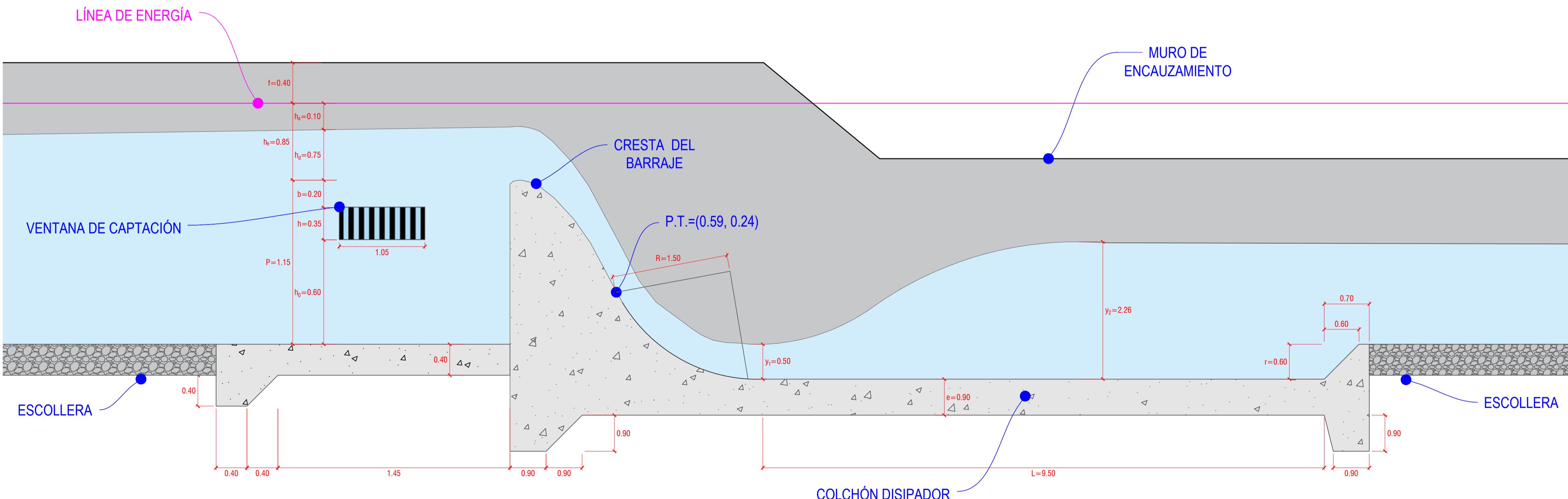
Nº DE PLANO:
05





CANAL DE DERIVACIÓN
Esc. 1/25

PLANTA DEL BARRAJE CON SUS PARÁMETROS HIDRÁULICOS
Esc. 1/50



PERFIL DEL BARRAJE CON SUS PARÁMETROS HIDRÁULICOS
Esc. 1/50

PROYECTO:
"ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL BARRAJE EN EL RÍO NEPEÑA PARA INCREMENTAR EL CAUDAL DEL CANAL - QUILLHUAY ALTO - CÁCERES DEL PERÚ - SANTA - ANCASH - 2024"

PLANO:

BARRAJE

UBICACIÓN:

CÁCERES DEL PERÚ, SANTA, ANCASH

REALIZADO POR:

- Bach. Beltrán Narváez, Fabrizio Alessandri
- Bach. Peralta Luna, Juan Diego

FECHA:

OCTUBRE - 2025

ESCALA:

INDICADA

Nº DE PLANO:

06