

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



---

**DISEÑO Y MODELAMIENTO NÚMÉRICO DE LA BOCATOMA  
POROTO, TRUJILLO, LA LIBERTAD**

---

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: HIDRÁULICA**

**AUTORES:**

**BR. BENITES GARCÍA, LUCERITO DEL CARMEN**

**BR. LÁZARO GUTIÉRREZ, ANA LUCIA DEL PILAR**

**ASESOR:**

**ING. GARCÍA RIVERA, JUAN PABLO**

**TRUJILLO - PERÚ**

**2018**

**Tesis: “DISEÑO Y MODELAMIENTO NÚMÉRICO DE LA BOCATOMA DE  
POROTO, TRUJILLO, LA LIBERTAD”**

Por: Br. Benites García, Lucerito del Carmen

Br. Lázaro Gutiérrez, Ana Lucia del Pilar

**Jurado Evaluador**

Presidente: Ms. Ing. Ricardo Andrés Narváez Aranda -----

CIP: 58776

Secretario: Ing. José Luis Serrano Hernández -----

CIP: 54464

Vocal: Ing. Rocío del Pilar Durand Orellana -----

CIP: 60518

Asesor: Ing. García Rivera, Juan Pablo -----

CIP: 68614

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del jurado: De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de investigación titulado: **“DISEÑO Y MODELAMIENTO NÚMÉRICO DE LA BOCATOMA POROTO, TRUJILLO, LA LIBERTAD”** con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El contenido del presente trabajo ha sido desarrollado tomando como marco de referencia los lineamientos establecidos por la escuela para el desarrollo de tesis y los conocimientos adquiridos durante nuestra formación profesional, consulta de fuentes bibliográficas y otros.

## **DEDICATORIA**

### **BACH. Benites García, Lucerito Del Carmen**

A Dios, a mis padres y hermanos, por permitir culminar una etapa más de mi vida, por estar en cada triunfo, por darme una excelente educación, por su apoyo constante y darme fuerza para seguir logrando mis objetivos.

### **BACH. Lázaro Gutiérrez, Ana Lucia del Pilar**

Empezar agradeciendo a Dios, a mi familia y hermanos por acompañar mi día a día, que han servido formarme lo cual me han ayudado a salir adelante y al mismo tiempo apoyarme a emprender este camino y que por fin se está logrando los frutos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por ayudarnos y estar con nosotros en cada paso de nuestra carrera y concedernos la gracia de tener a nuestras familias con su apoyo constantes, que son ejemplo de lucha y amor que nos han brindado a salir adelante.

Al Ing. García Rivera, Juan Pablo por su orientación y dedicación para la realización de esta tesis.

# INDICE

RESUMEN .....	16 -
ABSTRAC .....	17 -
INTRODUCCIÓN .....	18 -
CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19 -
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20 -
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	20 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA-.....	20 -
1.3. OBJETIVO GENERAL .....	23 -
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23 -
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	23 -
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN: .....	24 -
CAPITULOII. MARCO TEÓRICO .....	25 -
II. MARCO TEÓRICO.....	26 -
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26 -
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	26 -
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	29 -
2.2..BASES TEÓRICAS .....	30 -
2.2.1. TOPOGRAFÍA .....	30 -
2.2.2. FACTORES METODOLÓGICO .....	30 -
a) Temperatura : .....	30 -
b) Humedad Relativa :.....	31 -

c)	Velocidad del viento : .....	- 31 -
d)	Horas de Sol :.....	- 31 -
e)	Nubosidad:.....	- 31 -
f)	Evaporación : .....	- 31 -
g)	Precipitación:.....	- 31 -
2.2.3.	TIPO DE BOCATOMAS .....	- 32 -
a.)	Toma directa.....	- 32 -
b.)	Toma Mixta o Convencional.....	- 32 -
c.)	Toma Móvil.....	- 33 -
d.)	Toma Tirolesa o Caucasiona.....	- 33 -
2.2.4.	BARRAJE.....	- 34 -
2.2.5.	ESTRUCTURAS COMPONENTES DE LA TOMA .....	- 34 -
	MÉTODOS:.....	- 35 -
1.	MÉTODO FAO PENMAN-MONTEITH .....	- 35 -
2.	BLANEY-CRIDLE: .....	- 36 -
3.	CHRISTIANSEN-HARGREAVERS .....	- 37 -
4.	HARGREAVES.....	- 37 -
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	- 37 -
2.4.	HIPÓTESIS .....	- 39 -
2.5.	VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES.....	- 39 -
2.6.	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	- 39 -
	CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.....	-42-

<b>III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>-43-</b>
<b>3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN , ENFOQUE Y ALCANCE .....</b>	<b>-43-</b>
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>-43-</b>
<b>3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN .....</b>	<b>-43-</b>
<b>3.4. TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA     INFORMACIÓN.....</b>	<b>-45-</b>
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS.....</b>	<b>-47-</b>
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>- 124 -</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>- 127 -</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>- 130 -</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>- 132 -</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>- 133 -</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>- 135 -</b>
<b>ANEXO 01. DATA TOPOGRÁFICA.....</b>	<b>- 136 -</b>
<b>ANEXO 02 PRUEBAS DE BONDAD .....</b>	<b>-145-</b>
<b>ANEXO 03 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS .....</b>	<b>-196-</b>
<b>ANEXO 04 MANUAL DEL USUARIO .....</b>	<b>-204-</b>

<b>ANEXO 2.....</b>	<b>- 132 -</b>
Tabla n° 01: Estación Callancas.....	-145-
Tabla n° 02: Distribución normal – Momentos lineales.....	-146-
Tabla n° 03: Distribución log normal 2 parámetros – Momentos lineales.....	-147-
Tabla n° 04: Distribución gumbel- Momentos lineales.....	-148-
Tabla n° 05: Distribución log gumbel - Momentos lineales.....	-149-
Tabla n° 06: Distribución log gamma 2 - Momentos lineales.....	-150-
Tabla n° 07: Distribución log pearson tipo III- Momentos lineales.....	-151-
Tabla n° 08: Estación Capachique.....	-152-
Tabla n° 09: Distribución normal- Momentos lineales .....	-153-
Tabla n° 10: Distribución log normal 2 parámetros – Momentos lineales.....	-154-
Tabla n° 11: Distribución gumbel – Momentos lineales.....	-155-
Tabla n° 12: Distribución log gumbel – Momentos lineales.....	-156-
Tabla n° 13: Distribución gamma 2 parámetros-Momentos lineales.....	-157-
Tabla n° 14: Distribución log pearson tipo III -Momentos lineales.....	-158-
Tabla n° 15: Estación Julcán.....	-159-
Tabla n° 16: Distribución normal-Momentos lineales.....	-160-
Tabla n° 17: Distribución log normal 2 parámetros -Momentos lineales.....	-161-
Tabla n° 18: Distribución gumbel -Momentos lineales.....	-162-
Tabla n° 19: Distribución log gumbel -Momentos lineales.....	-163-
Tabla n° 20: Distribución gamma 2 parámetros -Momentos lineales.....	-164-
Tabla n° 21: Distribución log pearson tipo III -Momentos lineales.....	-165-
Tabla n° 22: Estación Otuzco.....	-166-
Tabla n° 23: Distribución normal-Momentos lineales.....	-167-
Tabla n° 24: Distribución log normal 2 parámetros -Momentos lineales.....	-168-
Tabla n° 25: Distribución gumbel -Momentos lineales.....	-169-
Tabla n° 26: Distribución log gumbel -Momentos lineales.....	-170-
Tabla n° 27: Distribución gamma 2 parámetros -Momentos lineales.....	-171-
Tabla n° 28: Distribución log pearson tipo III -Momentos lineales.....	-172-
Tabla n° 29: Estación Quiruvilca.....	-173-
Tabla n° 30: Distribución normal-Momentos lineales.....	-174-
Tabla n° 31: Distribución log normal 2 parámetros -Momentos lineales.....	-175-

Tabla n°32: Distribución gumbel -Momentos lineales.....	-176-
Tabla n° 33 : Distribución log gumbel -Momentos lineales.....	-177-
Tabla n° 34: Distribución gamma 2 parámetros -Momentos lineales.....	-178-
Tabla n° 35: Distribución log pearson tipo III -Momentos lineales.....	-179-
Tabla n° 36: Estación Salpo.....	-180-
Tabla n°37: Distribución normal-Momentos lineales.....	-181-
Tabla n°38: Distribución log normal 2 -Momentos lineales.....	-182-
Tabla n°39: Distribución gumbel-Momentos lineales.....	-183-
Tabla n°40: Distribución log gumbel-Momentos lineales.....	-184-
Tabla n°41: Distribución gamma 2 parámetros -Momentos lineales.....	-185-
Tabla n°42: Distribución log pearson tipo III -Momentos lineales.....	-186-
Tabla n°43: Estación Sinsicap.....	-187-
Tabla n° 44: Distribución normal-Momentos lineales.....	-188-
Tabla n° 45: Distribución log normal 2 parámetros-Momentos lineales.....	-189-
Tabla n°46: Distribución gumbel: Momentos lineales.....	-190-
Tabla n°47: Distribución log gumbel: Momentos lineales.....	-191-
Tabla n°48: Distribución gamma 2 parámetros -Momentos lineales.....	-192-
Tabla n° 49: Distribución log pearson tipo III -Momentos lineales.....	-195-

## INDICE DE IMAGENES

Imagen N°1: Resumen de las comisiones de la cuenca del Río Moche.....	-22-
Imagen N°2: Vista en planta del Río Moche y puente Poroto.....	-22-
Imagen N°3: Toma directa .....	-32-
Imagen N°4: Toma mixta o convencional.....	-33-
Imagen N°5: Toma Móvil .....	-33-
Imagen N°6: Toma Tirolesa o Caucasiona .....	-34-
Imagen N°7: Estructura componentes de la Toma.....	-35-
Imagen N°8: Delimitación de la Cuenca.....	-49-
Imagen N°9: Mapa de Pendientes.....	-49-
Imagen N°10: Punto de Salida o entrega de caudal.....	-50-
Imagen N°11: Delimitación de la Cuenca.....	-51-
Imagen N°12: Ubicación de la Cuenca en Google Maps.....	-51-
Imagen N°13: Estaciones dentro del área de Estudio.....	-52-
Imagen N° 14: Distribución Normal.....	-53-
Imagen N°15: Estación de Influencia.....	-54-
Imagen N°16: Hietograma de diseño-Tipo SCS.....	-58-
Imagen N° 17: Recorrido del cauce principal de la Cuenca.....	-58-
Imagen N° 18: Perfil Longitudinal.....	-59-
Imagen N° 19: Parámetros Geomorfológicos.....	-59 -
Imagen N° 20: Resumen de los Parámetros Geomorfológicos.....	-60-
Imagen N° 21: Plano Topográfico del río Moche y Canal .....	-63-
Imagen N°22: Perfil Longitudinal del Río.....	-64-
Imagen N°23: Cálculo del Coeficiente de Rugosidad.....	-75-
Imagen N°24: Cálculo del caudal en una sección natural.....	-76-
Imagen N°25: Cálculo del ancho estable del río.....	-77-
Imagen N°26: Dimensionamiento de la ventana de captación.....	-78-
Imagen N°27: Reajuste de las dimensiones de la ventana de Captación.....	-87-
Imagen N°28: Características Hidráulicas del canal de derivación.....	-88-

Imagen N°29: Características Hidráulicas del cauce del río.....	-89-
Imagen N°30: Dimensionamiento del Barraje.....	-89-
Imagen N°31: Barraje Tipo-Creager.....	-90-
Imagen N°32: Tirante de 2.28m en el Barraje.....	-91-
Imagen N°33: Altura Tirante de la ventana de captación.....	-91-
Imagen N°34: Cálculo de Socavación.....	-92-
Imagen N°35: Dimensiones del Barraje.....	-93-
Imagen N°36: Ancho de Encauzamiento.....	-94-
Imagen N°37: Cálculo del Tirante de máxima avenida.....	-95-
Imagen N°38: Altura del Muro de protección de la Bocatoma.....	-96-
Imagen N°39: Altura de los Muros Enrocados.....	-97-
Imagen N°40: Cálculo de Dique y Enrocado de la Bocatoma.....	-98-
Imagen N°41: Dimensionamiento del dique Enrocado Lateral.....	-98-
Imagen N°42: Cálculo del Tirante Normal.....	-99-
Imagen N°43: Cálculos para una transición de entrada.....	-100-
Imagen N°44: Esquema de la Bocatoma Proyectada.....	-100-
Imagen N°45: Estructura Proyectada de la Bocatoma.....	-102-
Imagen N°46: Diseño del Barraje.....	-103-
Imagen N°47: Diseño del Enrocado.....	-103-
Imagen N°48: Modelamiento Numérico.....	-104-
Imagen N°49: Vista en Planta del Cauce del Río.....	-105-
Imagen N°50: Modelamiento de todo el diseño de la Bocatoma.....	-105-
Imagen N°51: Modelo tirante que oscila de 1.80m-2.10m.....	-106-
Imagen N°52: Modelo las velocidades más altas se dan el colchón disipador.....	-106-
Imagen N°53: Régimen del Flujo del Río.....	-107-
Imagen N°54 Régimen de desempeño Normal del Río.....	-107-

Imagen N°55: Buen desempeño de la estructura.....	-108-
Imagen N°56: Modelamiento frente a máximas avenidas.....	-110-
Imagen N°57: Ingreso de máximas avenidas.....	-110-
Imagen N°58: Se estableció un muro de protección.....	-111-
Imagen N°59: No ingresa el agua a la estructura.....	-111-
Imagen N°60: La estructura reacciona favorablemente.....	-112-
Imagen N°61: Desempeño de la estructura frente a máxima avenida.....	-112-
Imagen N°62: Funcionamiento del vertedero eficiente.....	-113-
Imagen N°63: Óptimo funcionamiento del canal de limpia.....	-113-
Imagen N°64: Estructura tiene un excelente desempeño frente a máximas avenidas.....	-114-
Imagen N°65: Importación de las estructuras modeladas en AutoCAD CIVIL 3... ..	-114-
Imagen N°66: Valores Típicos de Coeficientes de Rugosidad.....	-115-
Imagen N°67: Unidades de Análisis.....	-115-
Imagen N°68: Cálculo del Modelamiento en 60 instantes de tiempo.....	-116-
Imagen N°69: Modelamiento para evaluar eficiencia de la Bocatoma.....	-116-
Imagen N°70: Finalizando el procedimiento de dimensiones y cálculo.....	-117-
Imagen N°71: Características al transporte de sedimentos.....	-118-
Imagen N°72: Ingreso cantidad de sedimentos.....	-118-
Imagen N°73: Análisis de Viscosidad y Turbulencia en el fluido a modelar.....	-119-
Imagen N°74: Características físicas propias del fluido a modelar.....	-119-
Imagen N°75: Comportamiento del enmallado para la discretización.....	-120-
Imagen N°76: Transporte de sedimentos en desempeño normal.....	-120-
Imagen N°77: Transporte de sedimentos en el canal.....	-121-
Imagen N°78: Dimensionar un vertedero con una ventana de purga.....	-121-
Imagen N°79: Transporte de sedimentos en el desarenador.....	-122-
Imagen N°80: Desarenador no se arena.....	-123-

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Operacionalización de Variables.....	-40-
Tabla N° 02: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje.....	-48-
Tabla N° 03: Resumen de la Precipitaciones para cada estación.....	-53-
Tabla N° 04: Precipitación para un T= 10 años.....	-54-
Tabla N° 05: Precipitación para un T= 35 años.....	-55-
Tabla N° 06: Precipitación para un T= 50 años.....	-55-
Tabla N° 07: Precipitación para un T= 100 años.....	-56-
Tabla N° 08: Precipitación para un T= 500 años.....	-56-
Tabla N° 09: Precipitación Máximas instantáneas en 24 horas.....	-56-
Tabla N° 10: Precipitación de Diseño para duraciones menores a 24 horas.....	-57-
Tabla N° 11: Parámetros Geomorfológicos.....	-60-
Tabla N° 12: Parámetros Hidrológicos.....	-61-
Tabla N° 13: Método del Hidrograma Unitario SCS.....	-62-
Tabla N° 14: Caudal Máximo y Mínimo.....	-62-
Tabla N° 15: Cédula y Calendario de Siembra.....	-65-
Tabla N° 16: Blaney - Criddle.....	-67-
Tabla N° 17: Cristiansen _ Hargreavers.....	-69-
Tabla N° 18: Cropwat.....	-71-
Tabla N° 19 Hargreavers.....	-73-

## INDICE DE PLANOS

Plano N° 01: PL-01 PERFIL LONGITUDINAL.....	-209-
Plano N° 02: P-01 PLANTA TOPOGRAFICA .....	-210-
Plano N° 03: PT-01 PLANTA TOPOGRAFICA CON LA ESTRUCTURA.....	-211-
Plano N° 04: PD-01 PLANTA DE DETALLES Y UBICACIÓN DE CORTES-ESTRUCTURAS.....	-212-
Plano N° 05: PC-01 PLANO DE CORTES TRANSVERSALES.....	-213-
Plano N° 06: PC-02 PLANO DE CORTES TRANSVERSALES.....	-214-

## RESUMEN

Esta investigación se desarrolló teniendo en cuenta que Poroto se encuentra en una zona con áreas propicias para el cultivo contando con 2390.79 ha. de área total y 1900.45 ha bajo riego.

Se encontró el caudal máximo del río Moche para el diseño del barrage y defensas ribereñas de la Bocatoma Poroto, quedando como caudal para  $T_r=100$  años de  $575,06\text{m}^3/\text{s}$  y para un  $T_r= 500$  años de  $Q=1916.38\text{ m}^3/\text{s}$  y para un régimen normal de  $Q=113,88\text{ m}^3/\text{s}$ , también se realizó el estudio Topográfico del Río de Poroto para diseñar el canal, la bocatoma y todas las estructuras que forman parte de la captación, haciendo el uso consuntivo de las áreas a servir, con un caudal de  $4.14\text{ m}^3/\text{s}$ .

Se realizó el diseño de la Bocatoma, canal y tomas laterales incluso con el modelamiento numérico para garantizar el funcionamiento de la Bocatoma Poroto y se demostró el desempeño del desarenador de la bocatoma con respecto a la retención de sedimentos saliendo por el canal de purga la misma cantidad de sedimentos que ingreso.

En cuanto a los resultados la rugosidad del río fue establecida en 0.1069, el caudal de río se estableció en  $113.88\text{ m}^3/\text{s}$ , el ancho estable del cauce en 50m, lo cual es un valor muy compatible con el ancho natural del río, ya que se adapta a las características, se obtuvo un ancho de 1.42m y una Altura de 1.15m para cada ventanilla de captación, en total se propusieron 2 ventanillas; se obtuvo que el ancho adecuado para el canal de derivación sería de 3.36m con un tirante de 0.90m y con respecto al río, el cálculo del tirante normal se obtuvo en 1.37m. El modelamiento numérico nos permitió corroborar lo obtenido mediante fórmulas empíricas y aportar con mejoras al óptimo desempeño de la bocatoma, logrando así que no retenga sedimentos y no se desborde.

Palabras Clave: Río, Moche, bocatoma, caudal, canal.

## ABSTRAC

This research was developed taking into account at Poroto is in an area with favorable area for the cultivation with 2390.79 ha. Total area and 1900.45 has been under irrigation.

Found the maximum flow rate of the Moche river for the design of the barraje and coastal defenses of the Intake Bean, as flow for  $t_r=100$  years of  $575,06\text{m}^3/\text{s}$  and for a  $T_r= 500$  years of  $Q=1916.38 \text{ m}^3/\text{s}$  and for a normal regime of  $Q=113.88 \text{ m}^3/\text{s}$ , there was also the topographic survey of the River Lima Bean to design the channel, the intake and all structures that are part of the catchment, found the consumptive use of areas to serve, with a flow rate of  $4.14 \text{ m}^3/\text{s}$ .

The design of the Intake, channel and lateral intakes were made even with the numerical modeling to guarantee the functioning of the Poroto Intake and the performance of the inlet sand trap was demonstrated with respect to the retention of sediments leaving the purge channel the same amount of sediment that income.

As to the results the roughness of the river was established at 0.1069, the flow of river was established in  $113.88 \text{ m}^3/\text{s}$ , the width of the channel was established in 50m, which is a very compatible with the natural river width, as it adapts to the characteristics, a width of 1.42m and a height of 1.15m for each window, a total of 2 windows were proposed, it was found that the appropriate width for the diversion channel would be 3.36m with a brace of 0.90m and with respect to the calculation of the normal strap was obtained in 1.37. Numerical modeling allowed us to corroborate what was obtained using empirical formulas and make improvements to the performance of the intake, thus does not hold sediment and does not flood.

Keywords: River, Moche, intake, caudal, canal.

## INTRODUCCIÓN

Se encontró el caudal máximo del río Moche para el diseño del barrage y defensas ribereñas de la Bocatoma.

En el modelamiento numérico de la bocatoma Poroto, es indispensable para evaluar el desempeño de la estructura hidráulica bajo condiciones cercanas a la realidad en la que se desarrolla, lo cual permitirá la correcta derivación de una fracción del cauce del río moche cuyo fin es abastecer un sistema de riego colectivo con fines agrícolas.

Empleando la técnica de dinámica de fluidos computacional (CDF) y la Representación de Obstáculos por Volumen de Área Fraccionada (FAVOR) se procedió al análisis de todo el entorno en el que se emplaza la estructura, haciendo uso del relieve del terreno, la mecánica de suelos, la hidrología para el caudal de aporte y el gasto o caudal a captar que está en función a las áreas de riego a abastecer.

Mediante esta metodología de análisis se pretende dejar en claro la importancia de desarrollar proyectos como este mediante la dinámica computacional de fluidos que nos permite realizar múltiples modelamientos en una misma plataforma y plantea realizar estructuras eficientes, de bajos costos y en tiempo reducidos, a diferencia de la hidráulica convencional que plantea realizar maquetas o modelos físicos a escala correctamente calibrados en un laboratorio, lo cual implica una mayor inversión por parte del proyectista.

Los usuarios beneficiados como resultado de la ejecución del dicho proyecto tendrán un impacto positivo en su calidad de vida y economía.

**CAPITULO I.**  
**PROBLEMA DE**  
**INVESTIGACIÓN**

## **I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Los grandes problemas hidráulicos se basan en el aprovechamiento, en el déficit de captación de los recursos hídricos, la escasez de agua en áreas de cultivo lejanas a los lechos de ríos, entre otros. Desde la época prehispánica, el hombre ha buscado la manera de dar solución a estos problemas, construyendo canales y tomas de captación rudimentarias, de tal forma que estas lleguen a las áreas de cultivo y/o para otros fines. En general el diseño y operación de una bocatoma en los ríos de la costa peruana presenta problemas debido a las siguientes circunstancias: Inestabilidad fluvial o irregularidad de las descargas, falta de información hidrológica, transporte sólidos y sedimentos, transporte de cuerpos extraños y aparición de eventos de fenómenos como por ejemplo el Fenómeno del niño (FEM).

La escasez del agua también crea problemas, ya que en oportunidades hay que captar la mayor parte, o la totalidad del agua presente en su curso principal, para tener un diseño de alta probabilidad hay que tener entre toda la información un amplio y confiable registro de datos de campo. Por eso desarrollaremos esta investigación teniendo en cuenta que Poroto se encuentra en una zona con área propicias para el cultivo contando con 2390.79 ha. De área total con fines agrícolas y 1900.45 ha. Bajo riego, pertenece a la Junta de Usuarios de Moche, donde los usuarios beneficiados son 120, actualmente tiene una eficiencia de captación baja, perjudicando el sector de riego, puesto que los recursos hídricos no son aprovechados en su totalidad

La hidráulica fluvial aunadas a los otros estudios básicos como la topografía, hidrología, geología, geodinámica externa, etc., esto significa poner en relieve ideas centrales en el marco situacional en que se realizará la investigación.

El canal de riego tiene un caudal de  $0.60 \text{ m}^3/\text{s}$ , en la actualidad la estructura se encuentra con una toma provisional, formada entre grandes rocas, tipo rústico, no cuenta con una captación adecuada ni ubicación fija, a lo largo del río existen tomas clandestinas las cuales hacen deficiente el canal existente al no tener la

cantidad requerida para las áreas de cultivo; esta situación genera una inadecuada distribución del agua.

Los pobladores de Poroto cultivan distintos frutos y tubérculos como la piña, yuca, el tumbo, la palta, caña de azúcar, mango, etc., sin embargo por no tener la suficiente agua no están cosechando en su área totalmente por lo que se presenta serios problemas definidos: la captación del agua no llega a todas las áreas de cultivo, proporcionando niveles de rendimiento y producción bajo, esto tiene como efecto una elevación en el nivel de la pobreza en la población ya que son los más afectados.

A raíz de este problema surge la iniciativa de realizar un diseño de una bocatoma en Poroto , asegurando el aprovechamiento sostenible de los recursos por parte de los pobladores beneficiados de la zona de estudio para ellos se elaboró la propuesta del “Diseño y Modelamiento Numérico de la Bocatoma Poroto”, que permitirá el mejoramiento en el rendimiento en los cultivos, aumentar el valor neto de la producción, la disminución de las zonas eriazas y no cultivables , sin dejar de lado los demás factores determinantes para encaminar el buen uso de los recursos hídricos en el valle de Moche, zona altamente productiva de la región La Libertad.

INFORMACIÓN RESUMEN DE LAS COMISIONES DE USUARIOS DE LA CUENCA DEL RÍO MOCHE											
Comisión de Usuarios	N° de Bloques de Riego	N° de Predios	Número de Usuarios			Superficie Registrada (Has)					
			Comisión	Licencia	Permiso	Area Total (Has)	Area Bajo Riego (Has)	Area Bajo Riego (Has)			
								Licencia	Permiso	Riego Regulado	Riego No Regulado
SAMNE	10	1434	605	447	246	1,138.18	1,087.30	806.07	281.23		1,087.30
<b>POROTO</b>	10	1282	623	363	375	2,390.79	1,900.45	850.67	1,049.78		1,900.45
SIMBAL	6	526	300	301	4	610.85	607.62	595.88	11.74		607.62
QUIRIHUAC	10	675	439	404	53	1,068.41	993.22	937.97	55.25		993.22
MORO	6	341	240	208	40	840.64	830.28	699.97	130.31	830.28	
SANTO DOMINGO-HUATAPE	8	440	296	275	26	1,267.44	1,221.50	1,116.89	104.61	1,221.50	
VICHANZAO	4	275	203	197	8	1,143.17	1,141.86	1,134.89	6.97	1,141.86	
MOCHICA ALTA	11	534	360	316	50	2,871.73	2,751.56	2,709.75	41.82	2,751.56	
LOS COMUNES	2	226	157	93	77	921.78	897.21	729.43	167.78	897.21	
SANTA MARIA-VALDIVIA-HERI	3	401	321	249	78	1,058.90	1,004.83	679.09	325.75	1,004.83	
SANTA LUCIA DE MOCHE	4	1099	780	3	779	937.68	902.04	2.06	899.98		902.04
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>7233</b>	<b>4324</b>	<b>2856</b>	<b>1736</b>	<b>14,249.57</b>	<b>13,337.88</b>	<b>10,262.66</b>	<b>3,075.22</b>	<b>7,847.25</b>	<b>5,490.63</b>

**Imagen N°1:** Resumen de las comisiones de la cuenca del Río Moche

**Fuente:** Información brindada por la Junta de Usuarios de Moche (Resumen de Junta de Usuarios de Moche)

El área de trabajo se encuentra en Poroto, abarcando mínimo 400 m. de longitud del río (200 m. aguas arriba y 200 m. aguas abajo) y 100 m. del canal.



**Imagen N°2:** Vista en planta del río Moche y puente Poroto

**Fuente:** Captura satelital de Google Earth

## **1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo será el diseño más óptimo para la Bocatoma de Poroto – Moche de la ciudad de Trujillo?

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el Diseño Hidráulico de la Bocatoma de Poroto y Modelamiento Numérico del río Moche del sector de Poroto-Trujillo-La Libertad.

## **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- \_ Analizar y hallar los caudales requeridos para las máximas avenidas en el punto de entrega de la cuenca, necesarios en el diseño del barraje y defensas ribereñas de la Bocatoma Poroto.
- Realizar los estudios Topográficos del Rio de Poroto para diseñar el canal.
- Hacer el cálculo del uso consuntivo de las áreas a servir, para obtener el caudal de diseño.
- Realizar el diseño de la Bocatoma, canal y tomas laterales.
- Realizar el modelamiento numérico para garantizar el funcionamiento de la bocatoma Poroto.
- Analizar el desempeño del desarenador de la bocatoma con respecto a la retención de sedimentos.

## **1.5.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la identificación del problema central en el ámbito de la junta de usuario de Moche, se ha tenido en cuenta la opinión de los pobladores de Poroto que usan el riego para sus cultivos , así como sectoristas encargados de la distribución de riego, también se tomara en cuenta precisar sobre la necesidad, tipos y partes que componen la bocatoma.

Las características del problema, según la información obtenida de los pobladores, se puede observar indicios de disminución de riego de los cultivos atribuido al miedo de dejar sin recursos hídricos en el valle de Moche.

Es común que los terrenos potencialmente a ser irrigados en un valle, se encuentran a considerable distancia del cauce del río de donde se pretende obtener el agua, o en algunos casos se trate de terrenos de cota relativamente alta con respecto al nivel del agua en el río.

En consecuencia es necesario remontar el río con la finalidad de encontrar un lugar apropiado topográficamente que permita el riego de dichos terrenos, situación no siempre fácil de encontrar, ya que podría ser que topográficamente sea factible, pero que geológicamente o de facilidad constructiva no sea lo apropiado.

#### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN:**

La viabilidad de esta investigación se basa a una propuesta para la mejora de los pobladores que a su vez son agricultores y tienen como obstáculo el abastecimiento del agua, ya que no es suficiente y no terminan cosechando en su área en totalidad por los problemas de captación; no se puede obtener el caudal requerido para la cosecha y por lo tanto no cubre la demandan de riego.

Los beneficios del proyecto serán el rendimiento de los cultivos que componen el territorio analizado.

El área agrícola servida por la bocatoma de Poroto es de 2390.79 ha. de área total y 1900.45 ha. bajo riego, pertenece a la Junta de Usuarios de Moche los usuarios beneficiados son 120, pero esto se puede extender por la bocatoma y canal.

# **CAPITULO II.**

# **MARCO TEÓRICO**

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

– P. Bertini, E. (2008), *Comportamiento Hidráulico y sedimentológico de la bocatoma independiente de aguas andinas en el río Maipo*, en la Facultad de Ciencias Físicas y matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil, Santiago de Chile. Universidad de Chile. CHILE. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Del estudio realizado por intermedio del Software Hec Ras, se pudo determinar que la forma de modelar del río depende del caudal, ya que para flujos bajos (hasta  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ ), el cauce se debe modelar como en un río que se bifurca en dos brazos separados por un pretil longitudinal.
2. En lo referente a niveles de aguas en crecidas, el análisis hecho por medio de Hec – Ras, concuerda plenamente con los resultados obtenidos por el INH (Cortez, Estelle y Tarodo, 1989), en el sentido que crecida máxima, que colapsaría totalmente las instalaciones de la Bocatoma Independiente, debiera ser del orden de los  $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ .
3. Desripiados de mayor duración, ya que los minutos autorizados desde Vizcachas no son suficientes, pues al ser tan cortos, no permiten que el río desembarque una superficie muy amplia hacia aguas arriba de la Bocatoma y, a la vez, impide que el material arrastrado se vaya río abajo, embancándose inmediatamente aguas debajo de la Bocatoma.

– Q. Betin, K. (2009), *Metodología de diseño de obras Hidráulicas en estudios de Pre- Factibilidad de pequeñas centrales Hidroeléctricas*, en la facultad de Minas, Colombia. La investigación llegó a la siguiente conclusión:

El tema de las bocatomas no es sencillo. Se requiere la consideración de muchos aspectos entre los cuales están los teóricos, experimentales y prácticos. En esta exposición se ha presentado no sólo una visión general del diseño de

bocatomas, sino que también se ha enfatizado su importancia en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. Debe tenerse presente que en el planeamiento, diseño, construcción, operación y mantenimiento de una bocatoma la ingeniería civil tiene un papel muy importante, pues se emplea a plenitud.

– V. Marín, V. (2010), *Evaluación de la Relación entre la Evapotranspiración Potencial Teórica y la Evaporación registrada en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca*, en la Facultad de Ingeniería Civil, BOGOTÁ. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las fórmulas estudiadas tienden a sobrestimar los valores de evapotranspiración potencial con respecto a los de evaporación real medidos en el tanque Clase A.
2. Las ecuaciones que involucran la mayor cantidad de variables climatológicas tales como Radiación solar, insolación, temperatura, velocidad del viento y humedad relativa generalmente presentan un mejor comportamiento según lo demuestran las fórmulas de Hargreavers y Christiansen. Resultados similares reportaron Castro y Guzmán (1985) quienes encontraron que estas son las fórmulas de mejor comportamiento en Colombia.
3. Cuando no se tienen mediciones de todas las variables climatológicas requeridas en la aplicación de los métodos de Hargreavers o Christiansen, se recomienda utilizar una ecuación más sencilla como la de García y López, la cual demostró un buen comportamiento en la zona de estudio e involucra únicamente registros de temperatura y la humedad relativa.
4. Cuando se presentan precipitaciones muy altas (>5000 mm/año) los métodos empíricos analizados en el estudio presentan ajustes muy bajos por lo cual es apropiado.

– D. Ibáñez, R. (2015), *Análisis de estabilidad y diseño estructural de la bocatoma del P.H. Paso Ancho* en la Facultad de Ingeniería, México. Universidad Nacional Autónoma de México. MEXICO. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Una parte fundamental en el diseño de un Proyecto Hidroeléctrico son los estudios previos, la determinación de las características geológicas, hidrológicas, geotécnicas geofísicas y sísmicas siendo de suma importancia para determinar la factibilidad de construir o no una presa en la zona de estudio. En este caso, la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) de la CFE realizó todas las pruebas en campo y de laboratorio necesarias para determinar si las características físicas y mecánicas de las rocas cumplen con las especificaciones para soportar la interacción con las estructuras que serán desplantadas sobre el terreno natural.
2. Un factor de mucha importancia para este tipo de proyectos es el plano de estanqueidad, ya que es necesario contar con una pantalla impermeable que delimite las estructuras principales del proyecto con el embalse, ya que esto es un aspecto importante para determinar las condiciones de servicio y seguridad de las estructuras; como se mencionó con anterioridad, los estudios de las rocas deben ser precisos.
3. La visualización de las cargas externas que afectan a la estructura y la aplicación de un factor de reducción o no, depende directamente de la experiencia del diseñador. Para la bocatoma se decidió suponer fuerzas afectadas por un factor de reducción, como lo fue con la suposición de una cuña que induce una fuerza que desestabiliza a la bocatoma, ya que existe un tratamiento previo a la roca con anclaje de fricción y concreto lanzado, pero se decide considerar una cuña de roca, pero no aplicada al 100%, ésta es afectada por un factor de reducción, otra fuerza que se ve afectada por un factor son las rejillas ya que se suponen condiciones de obturación diferentes, esto debido al mantenimiento que reciben las rejillas (limpieza).

## 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

- S. Tirado, E. (1963), *Diseño de la bocatoma Barranca- Supe- San Nicolás*, en la Facultad de Ingeniería Civil, Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. PERU. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:
  1. En el diseño de la bocatoma de este proyecto no hemos partido de una demanda de agua, motivado por un plan de cultivo y riego como es lo más usual; sino más bien de los caudales que puedan captarse del río.
  2. Con el fin de conocer el máximo caudal que podrá captarse en épocas de estiaje (julio, Agosto y setiembre), hemos hecho un estudio hidrológico de las descargas del río en estos meses; es así como se han trazado hidrogramas y curvas de duración de caudales con el fin de obtener el caudal derivable y bajo estas condiciones de captación, diseñar la bocatoma.
- P. Sahuinco, R. (2015), *Diseño Hidráulico de la bocatoma en el Rio Chicama, en la zona de Facalá*, en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima. Universidad San Martín de Porres. PERU. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:
  1. Los componentes diseñados de la bocatoma tienen que ver con el caudal de demanda o captación y el caudal de diseño, para obtener un ancho de barraje de 95m., la socavación de acuerdo con el diseño es de 23cm, la rugosidad del cauce es de 0.391, se harán 2 ventanas de captación de 3m de largo por 1.625 de alto, la altura del barraje es de 2.42m

## **2.2.BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. TOPOGRAFÍA**

Según (Alcántara Dante, 2014) la topografía es una ciencia aplicada que se encarga de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una porción (limitada) de la superficie terrestre; es decir, estudia los métodos y procedimientos para hacer mediciones sobre el terreno y su representación gráfica o analítica a una escala determinada.

Para (Ingeniería Civil, 2009) la topografía en una obra civil es utilizada como un servicio para los distintos sectores de obra como ser: excavadores, armadores, carpinteros, soldadores, etc. Resulta sencillo darse cuenta que la topografía es fundamental en la ejecución de la obra, debiéndose realizar con tres premisas fundamentales: responsabilidad, velocidad y sencillez.

Dicho lo anterior, concluimos que la topografía es una ciencia que abarca todos los métodos, para reunir información de partes físicas de la Tierra y sus alrededores, usando para ello los métodos clásicos de medición en terreno, la topografía aérea y la topografía por satélite.

### **2.2.2. FACTORES METODOLÓGICO**

El El Servicio Nacional de Metereologia e Hidrologia del Peru (SENAMHI) tiene como función el estudio de la climatología, es una analisis de la función de los diferentes factores meterológicos .

#### **a) Temperatura :**

La temperatura media para SENAMHI es el promedio de temperaturas leídas a las 7:00 hrs hasta las 13:00 hras y las 18:00 hras del día .

La temperatura media mensual para SENAMHI es el promedio igual a las temperaturas medias diarias respectivo del mes.

**b) Humedad Relativa :**

Según el SENAMHI es igual a la relación en porcentaje, de la tensión de vapor en saturación del aire a la misma temperatura, esto quiere decir que si la tensión parcial del vapor iguala a la tensión de la masa de aire existe 100% de humedad.

Según Cesar Rossel en su libro "Irrigación" indica que la humedad relativa se registra en Higrómetros y su lectura se efectúa a las 7.00 hrs, 13.00 y 18.00 hrs.

**c) Velocidad del viento :**

Según Cesar Rossel en su libro "Irrigación" indica que los vientos es el desplazamiento de las masas de aire desde las zonas altas presión hasta las zonas de baja presión, esto quiere decir que los vientos son mas fuertes según la áreas geográficas.

**d) Horas de Sol :**

Para el libro de "Irrigación" es el número de horas en las cuales la irrigación solar ilumina la superficie terrestre en la zona de medición en el día observado.

**e) Nubosidad:**

Según Cesar Rossel en su libro "Irrigación" indica que la nubosidad se efectúa por la observación directa cuando el cielo está totalmente despejado y cubierto y su medida es en octavos.

**f) Evaporación :**

Según Cesar Rossel en su libro "Irrigación" indica que la cantidad de agua que ha pasado al estado de vapor es un día determinando y se mide en tanques de Weather Bureau que tienen más de 1,220 mm. de diámetro y las lecturas son en mm. de lámina de agua.

**g) Precipitación:**

Según Cesar Rossel en su libro "Irrigación" es un fenómeno en donde las aguas atmosféricas retornan a la superficie terrestre en forma de lluvia, comprende también la nieve disuelta.

### 2.2.3. TIPO DE BOCATOMAS

En lo referente a los tipos de bocatomas, podemos clasificar en 4.

#### a.) Toma directa

Se trata de una toma que capta directamente mediante un canal lateral, que por lo general es un brazo fijo del río que permite discurrir un caudal mayor que el que se va a captar. Su mayor ventaja es que no se necesita construir un barraje o azud que por lo general constituye una de las partes de mayor costo. Sin embargo; tiene desventaja de ser obstruida fácilmente en época de crecidas, además permite el ingreso de sedimentos hacia el canal de derivación.



**Imagen N°3:** *Toma directa*

**Fuente:** *Diseño de bocatomas*

#### b.) Toma Mixta o Convencional

Se trata de una toma que realiza la captación mediante el cierre del río con una estructura llamada azud o presa de derivación, el cual puede ser fijo o móvil dependiendo del tipo del material usado. Será fija cuando se utiliza un elemento rígido, por lo general concreto, y será móvil cuando se utilizan compuertas de acero o madera. La captación en ese tipo de bocatomas se realiza por medio de una ventana que puede funcionar como orificio o vertedero dependiendo del tirante en el río.



**Imagen N°4:** *Toma mixta o convencional*

**Fuente:** *Diseño de bocatomas*

### c.) Toma Móvil

Se llama así aquella toma que para crear la carga hidráulica se vale de un barraje móvil. Son tomas que por la variación de niveles en forma muy marcada entre la época de estiaje y avenida, necesitan disponer de un barraje relativamente bajo, pero que para poder captar el caudal deseado necesitan de compuertas que le den la cota a nivel de agua adecuado. A los barrajes con compuertas que permiten el paso del caudal de avenida a través de ellos se les conoce como barraje móvil. Su principal ventaja es que permite el paso de los materiales de arrastre por encima de la cresta del barraje vertedero o azul.



**Imagen N°5:** *Toma Móvil*

**Fuente:** *Diseño de bocatomas*

### d.) Toma Tirolesa o Caucasiona

Son tomas cuyas estructuras de captación se encuentran dentro de la sección del azud, en un espacio dejado en él, protegido por una rejilla que impide el ingreso de materiales gruesos. Estas tomas no son recomendables en ríos donde el arrastre

de sedimentos es intenso, y que podrían causar rápida obstrucción de las rejillas. Conviene comentar que la gran mayoría de ríos del Perú son muy jóvenes y arrastran gran cantidad de sedimentos en épocas de crecidas, por lo que la construcción de esta toma debe ser donde las condiciones lo favorezcan. Para concluir el tipo de bocatoma más recomendable para realizar la captación de un caudal determinado previamente, depende de la altura del vertedero, de las condiciones



**Imagen N°6:** *Toma Tirolesa o Caucasiona*

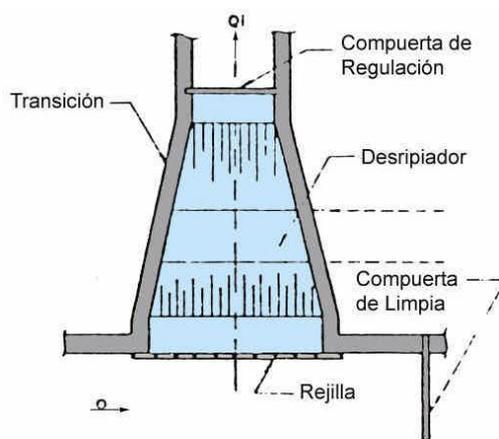
**Fuente:** *Diseño de bocatomas*

#### **2.2.4. BARRAJE**

Según la tesis (Aspilcueta L. & Juárez D., 2014) los barrajes es una estructura de derivación que sirve para elevar el nivel de las aguas se construye en sentido transversal al río con fines de captación, siempre y cuando sea necesario, es decir, en aquellos casos en que el tirante del río no sea lo suficientemente grande y no abastezca los requisitos de captación.

#### **2.2.5. ESTRUCTURAS COMPONENTES DE LA TOMA**

Tal como se muestra en la figura, describiremos las partes de una toma de acuerdo al sentido del flujo del agua derivado:



**Imagen N°7:** Estructura componentes de la Toma

**Fuente:** *Diseño de bocatomas*

## MÉTODOS:

En la actualidad un gran número de países no cuentan con lisímetros para la medición de la evapotranspiración debido a los altos costos de implementación y operación que estos implican. En estos casos la estimación de la Evapotranspiración (ET) se debe realizar por medio de metodologías empíricas que un gran número de autores han propuesto desde hace aproximadamente 60 años y que hoy en día siguen siendo utilizadas. Los métodos para la estimación de la ET se pueden clasificar de acuerdo con la información climatológica requerida para emplear su respectiva ecuación. Existen métodos con base física como el de FAO Penman-Monteith y metodologías empíricas que se describen a continuación.

### 1. MÉTODO FAO PENMAN-MONTEITH

Según la tesis (Marin V., 2010) , la ecuación de Penman, desarrollada en 1948, combinó el método del balance energético con el de transferencia de masa y obtuvo una nueva metodología para el cálculo de la evaporación de una superficie abierta en función de las horas de sol, temperatura, humedad atmosférica y velocidad del viento. La ecuación original fue posteriormente modificada por diversos autores e investigadores quienes incluyeron factores de resistencia

aerodinámica y resistencia superficial. La ecuación de Penman-Monteith se presenta a continuación:

## 2. BLANEY-CRIDLE:

$$ET = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad [\text{mm/día}]$$

Para la tesis (Marín V. , 2010) Es conocido también como FAO-24 Blaney – Criddle y se basó en estudios realizados en la zona del oeste de Estados Unidos y otros países, en los que se buscaba la correlación entre el agua consumida por las plantas, la temperatura y las horas de luz al día. El método original, desarrollado en 1942 por Blaney y Morín, fue modificado por Blaney y Criddle en 1945, 1950 y 1962, y finalmente reformado por Doorenbos y Pruitt en 1977.

Harry F. Blaney y Wayne D. Criddle lograron perfeccionar su fórmula en el oeste de los Estados Unidos, donde haciendo intervenir la temperatura media mensual y el porcentaje de horas-luz, así como un coeficiente que depende del cultivo se puede estimar el uso consuntivo.

$$U. C. = K F$$

Dónde:

$U. C.$  = uso consuntivo o evapotranspiración real (cm)

$K$  = coeficiente de ajuste que depende de varios factores entre ellos, el tipo de cultivo, de la humedad a que está sujeta al suelo

$$F = \sum_i^n f$$

$$f = p \left( \frac{T + 17.8}{21.8} \right)$$

Dónde:

$n$  = número de meses que cubre el ciclo vegetativo del cultivo

$f$  = factor climático

$T$  = temperatura media mensual (°C)

$p$  = porcentaje de horas-luz del mes, con respecto al total anual.

La fórmula propuesta relaciona la temperatura media de un lugar con la luminosidad y la evapotranspiración, eliminando la humedad relativa; determinando los coeficientes globales del cultivo.

### 3. CHRISTIANSEN-HARGREAVERS

Según la tesis (Marin V., 2010) Se trata de una fórmula empírica que tiene en cuenta la radiación solar, velocidad del viento, humedad relativa, temperatura, insolación y elevación para la estimación de la evapotranspiración potencial en mm/mes. La ecuación presenta la siguiente forma:

$$ETP = 0.324R_{xt}C_wC_HC_TC_S C_E$$

### 4. HARGREAVES

Según la tesis (Marin V., 2010) Hargreavers desarrolló una fórmula empírica para la estimación de la evaporación del tanque clase A en latitudes medias del hemisferio norte. La ecuación propuesta es función de la temperatura, la humedad relativa y el coeficiente mensual de luz solar. Posteriormente, basándose en dicha fórmula, propuso un método para el cálculo de la evapotranspiración real mensual:

$$ETR = C_1DTF_H C_w C_1 C_A \quad (\text{mm/mes})$$

## 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

### – Resalto Hidráulico

El resalto hidráulico utilizado para la disipación de energía a menudo se confina parcial o totalmente en un tramo de canal que se conoce como cuenco de disipación o cuenco de aquietamiento, cuyo fondo se recubre para resistir la socavación.

– **Muros de Encauzamiento**

Son estructuras que permiten encauzar el flujo del río entre determinados límites con el fin de formar las condiciones de diseño pre-establecidas (ancho, tirante, remanso, etc).

– **Transición**

De acuerdo al criterio del diseñador, algunas veces se suele unir las zonas de las compuertas con el canal mediante una transición. Que a la vez permite reducir las pérdidas de carga.

– **Cámara de Decantación o Desripiador**

Después que el agua rebosa el vertedero de la ventana de captación, es necesario atrapar o decantar el material que ha podido pasar a través de la rejilla; a esta estructura que realiza la decantación y aquietamiento del agua antes que éste ingrese a la zona de compuertas de regulación, se le conoce como cámara de carga, cámara de decantación a desripiador.

– **Ventana de Captación**

La captación de agua se realiza mediante una abertura llamada ventana de captación debido a que se encuentra a una altura de 0.60 m. del piso del canal de limpia como mínimo.

– **Control de Filtración**

El agua que se desplaza por debajo de la presa vertedero causa arrastre de material fino creando el fenómeno de tubificación: este problema se agrava cuando el terreno es permeable.

– **Transporte de sedimentos**

Corresponde al acarreo en suspensión y arrastre de fondo de material sólido granular no cohesivo en el lecho del río, tales como arena, arcilla, grava y limo.

## – Modelamiento Numérico

Corresponde a la técnica de recrear escenarios reales mediante modelos matemáticos que emplean el uso de software de computadora y simular el comportamiento de una estructura bajo las condiciones que se crean convenientes

## 2.4. HIPÓTESIS

El diseño de la bocatoma de acuerdo a las formulas del USBR y considerando el caudal de captación será de una toma lateral con un Barraje mixto con el fin de mejorar el rendimiento de los cultivos de la población de Poroto.

## 2.5. VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES

**2.5.1. Variables Dependiente:** Dimensiones de la bocatoma

**2.5.2. Variables Independiente:**

- Caudal del río
- Caudal de diseño
- Topografía

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

*Ver tabla N° 1:*

*Operacionalización de Variables*

**Tabla N° 01: Operacionalización de Variables**

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Instrumento de investigación</b>
<b>Dimensiones de la bocatoma</b>	Tipos de bocatoma	Toma directa Toma Mixta o Convencional Toma Móvil Toma Tirolesa o Caucasiona	Diseño	Diseños: diseño de las estructuras de captación y conducción
<b>Caudal de río</b>	Medición del caudal	Separación de los verticales Medición de la velocidad Generalidades	Diagnóstico del caudal	Recopilación y descripción de las características básicas: Ubicación, Historia, Características Socioeconómicas, meteorológicas, Geográficas, de medio ambiente.
<b>Caudal de diseño</b>	Exactitud	Calculo del caudal	Medición del	Estudio de la demanda: periodo de diseño,

<p><b>Topografía</b></p>	<p>Procedimientos</p>	<p>Medición del caudal</p> <p>Diseño de estructura hidráulica</p> <p>Levantamiento en planta del cauce del río</p> <p>Levantamiento localizado en zona de ubicación.</p> <p>Perfiles longitudinales</p> <p>Perfiles transversales</p>	<p>caudal para el diseño.</p>	<p>pérdidas de agua, consumo neto, determinación de caudal de diseño, obtención de caudales necesarios, proyección de la demanda</p> <p>Descripciones y características de la topografía</p>
--------------------------	-----------------------	---	-------------------------------	--

**Fuente:** *Autoridad Propia*

**CAPITULO III.**  
**METODOLOGÍA**  
**DE LA**  
**INVESTIGACIÓN**

### **III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN , ENFOQUE Y ALCANCE**

**3.1.1. Nivel de investigación:** Descriptiva

**3.1.2. Diseño de investigación:** Investigación de Campo

#### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

No presenta población ni muestra.

#### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN**

Método: En este estudio se va a desarrollar lo siguiente

- a. Tratamiento de la información hidrológica para determinar el caudal máximo y mínimo del río y realizar el balance entre oferta y demanda.
- b. Levantamiento topográfico de zona de influencia de la bocatoma, es decir mínimo 400 m. de longitud (200 m aguas arriba y 200m. aguas abajo) del río y 100 m. de canal.

Modelamiento digital del terreno para tener los planos en planta, perfil y secciones transversales cada 20 m de longitud en CIVIL 3D

- c. Cálculo del requerimiento de agua para los cultivos de los 12 meses del año para todas las áreas que sirve esta captación, por los siguientes métodos:

- Crinstiansen – Hargreavers
- Hargreavers
- Blaney – Criddle
- Penman – Montieth (Cropwat).

Esto se realizara tomando en cuenta el Plan de cultivo de riego anual de la Comisión de Regantes Moche y el Padrón de usuarios de la misma comisión.

- d. Diseño de la estructura de captación lateral considerando las estructuras necesarias para la operación de esta bocatoma las cuales son Barraje, Ventana de Captación, Posa disipadora, Compuertas, y Desarenador, diseño de defensas ribereñas para asegurar la sostenibilidad de la estructura ante posibles avenidas extraordinarias.
- e. Modelamiento numérico tridimensional con el software Flow 3D, para verificar la operación de la bocatoma, cabe indicar que esto es un proceso laborioso porque se debe tener en cuenta criterios hidráulicos para las condiciones de contorno del modelo.
- f. Evaluar el desempeño del desarenador de la bocatoma para evacuación de sólidos.

**Técnicas:**

- Revisión ordenada de cada metodología de diseño por separado.
- Análisis y procedimiento de datos.

**Programas:**

- Ms Word 2010
- Ms Excel 2013
- AutoCAD Civil 3D 2018
- Civil 3D 2018
- FLOW3D 2016
- ArcGis 10.3 (Sistema de Información Geográfica)
- Hidroesta 2

### **3.4.TÉCNICAS DE PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Para la recolección de datos sobre caudal de máximas avenidas se emplea el registro existente en las estaciones climáticas, las cuales han sido obtenidas a través de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).
- Para la recolección de datos sobre el relieve del terreno, se realizará un estudio topográfico, haciendo uso de equipos de topografía como; estación total modelo SOKIA R500, prisma, wincha, trípode.

#### **3.4.2. Técnicas de procedimientos y análisis de datos**

- Para el análisis y procesamiento de datos sobre las máximas avenidas , se realizará un estudio hidrológico, primero limitando la cuenca para identificar las estaciones cercanas y así determinar las áreas de influencia con ayuda del polígono de Thiessen, luego tomando como referencia los registros existentes de cada estación que son las siguientes : Sinsicap, Salpo, Otuzco, Julcán, Callancas, Capachique y Quiruvilca; se realiza una prueba de bondad a cada estación que tenga influencia sobre el área de estudio Poroto.
- Para el análisis de estudios topográficos, se tomará la data obtenida en el campo, procesándola en el programa CIVIL 3D, para obtener el relieve, secciones y perfil topográfico del área de estudio Poroto.
- Mediante el padrón de usuarios brindada por la Comisión Moche, se encontró el área a servir de acuerdo a cada cultivo. Para encontrar el caudal de diseño del canal se utiliza el calendario anual de siembra para analizar la evapotranspiración de cada cultivo por los siguientes métodos: Blaney-Criddle, Christiansen – Hargreaves, Cropwat, Hargreaves, así hallando el caudal de captación.

- Se plasmará el diseño de la bocatoma en el programa CIVIL 3D y el pre dimensionamiento de cada estructura: barraje, ventana de captación, desarenador, compuertas, posa disipadora, canal de limpia, vertedero; de acuerdo a las formulas del USBR.
  
- Una vez obtenido el diseño de la estructura de la bocatoma y obras anexas, se realiza el modelamiento numérico en el software FLOW 3D para verificar su comportamiento hidráulico en diferentes situaciones; condiciones normales, máximas avenidas, transporte de sedimentos.
  
- Se realizó un estudio de suelos y sólidos en suspensión durante una semana en la ventana de captación existente, para determinar la cantidad de sedimento que ingresa al canal; de esta manera se analizó mediante el software FLOW 3D el arrastre de sedimentos.

# **CAPITULO IV.**

# **RESULTADOS**

#### IV. RESULTADOS:

##### 4.1. CAUDALES REQUERIDOS PARA MÁXIMAS AVENIDAS

###### ESTUDIO HIDROLÓGICO

Mediante el estudio hidrológico se obtienen los caudales de máximas avenidas, que pueden producirse para diferentes periodos de retorno.

La vida útil de nuestra bocatoma creemos conveniente establecerla en 28 años, debido a que el caudal que captaremos no es muy grande y por ende la estructura hidráulica tampoco lo será. **n=28**

En la tabla N°2 tenemos los riesgos admisibles para estructuras tales como Puentes y defensas ribereñas, empleando este criterio establecimos que el Riesgo admisible considerado para nuestra Bocatoma es de 25%. **R=0.25**

**Tabla N° 02:**

*Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje*

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE(**)
Puentes(*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma ( a nivel longitudinal)	40
Suddrenes	40
Defensas Ribereñas	25

**Fuente:** (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, pág. 24)

Empleando las fórmulas:

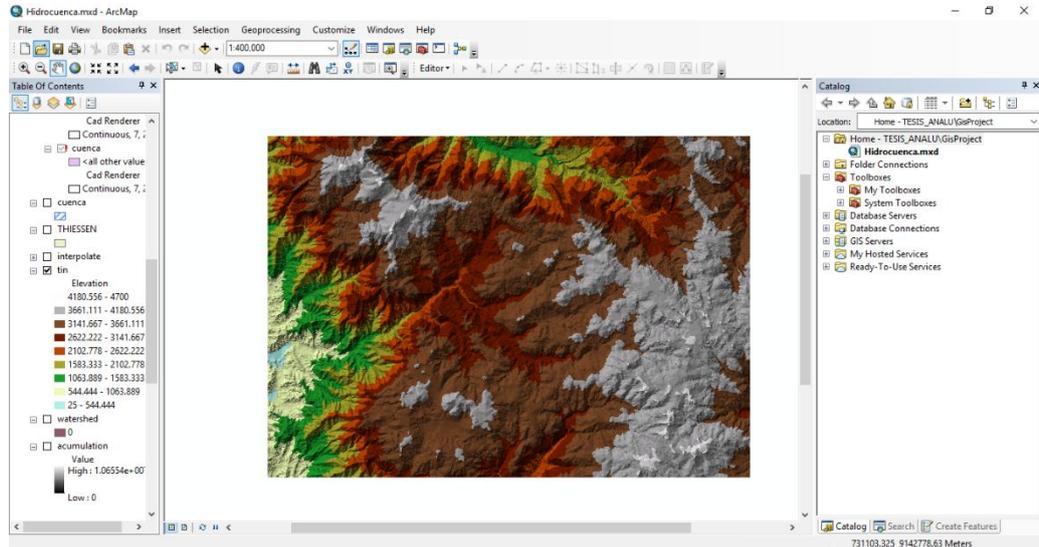
$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Despejamos y obtenemos que  $T_r = 100$  para  $n = 28$  años y  $R = 0.25$

Dato que  **$T_r=100$**  es el periodo de retorno para máximas avenidas.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que se recomienda en dicho manual usar un período de retorno  $T_r$  de 500 años para el cálculo de socavación.

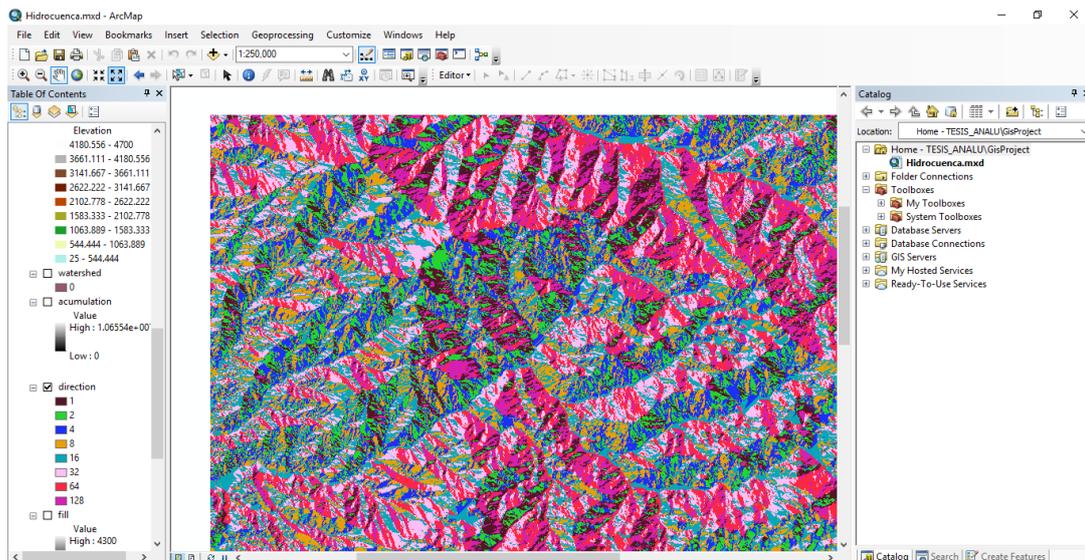
## A) DELIMITACIÓN DE LA CUENCA EN ESTUDIO



**Imagen N°8:** *Delimitación de la cuenca de estudio*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Mediante el software ArcGis, el cual emplea procesamiento de imágenes satelitales, se termina la ubicación exacta del área de estudio, delimitándola para posteriormente procesar la cuenca que va a ser nuestro objeto de estudio.

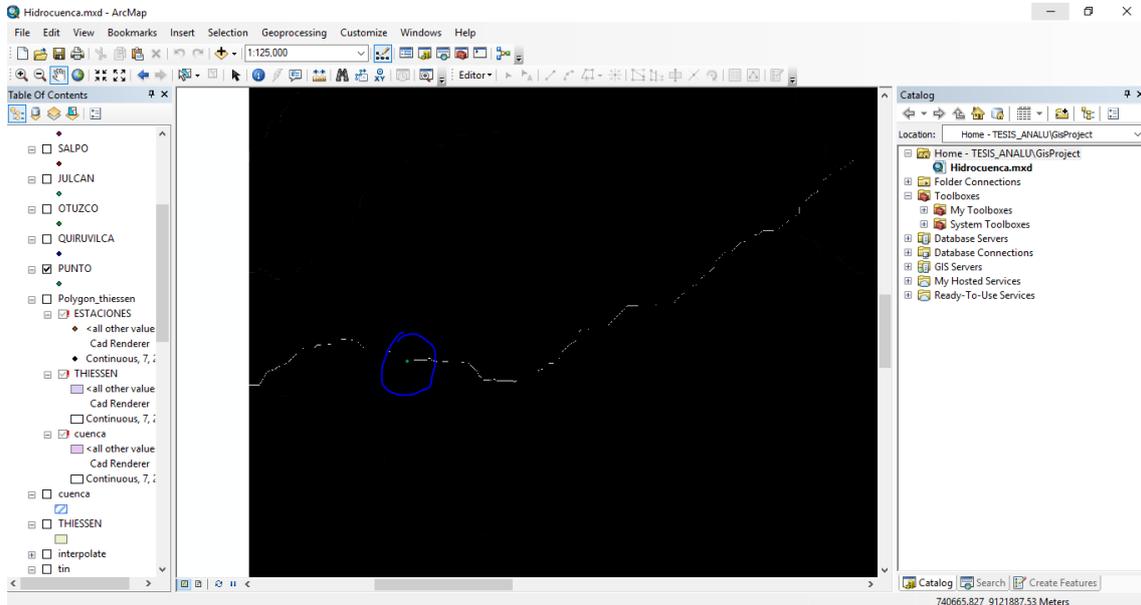


**Imagen N°09:** *Mapa de pendientes*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Posterior a esto se procede a crear un mapa de pendientes, el cual nos permitirá establecer la dirección del escurrimiento del fluido en la cuenca.

Mediante el parámetro de acumulación de flujo, se procede a rasterizar la información en celdas de 1x1m, el cual nos describirá el recorrido de los cauces considerados dentro del área de estudio y de la cuenca a la vez.

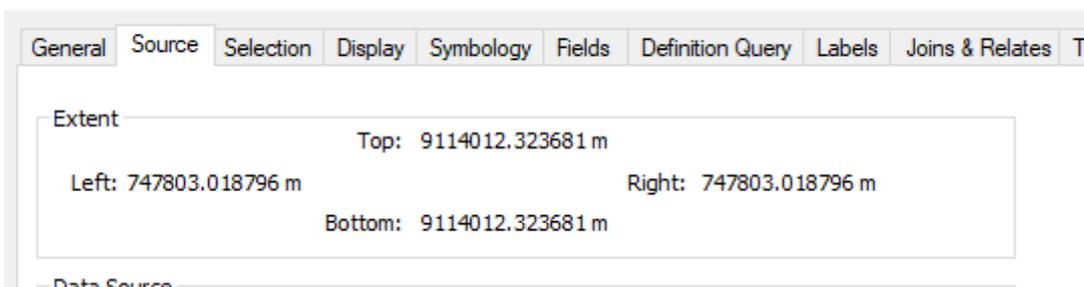


**Imagen N°10:** *Punto de salida o entrega de caudal*

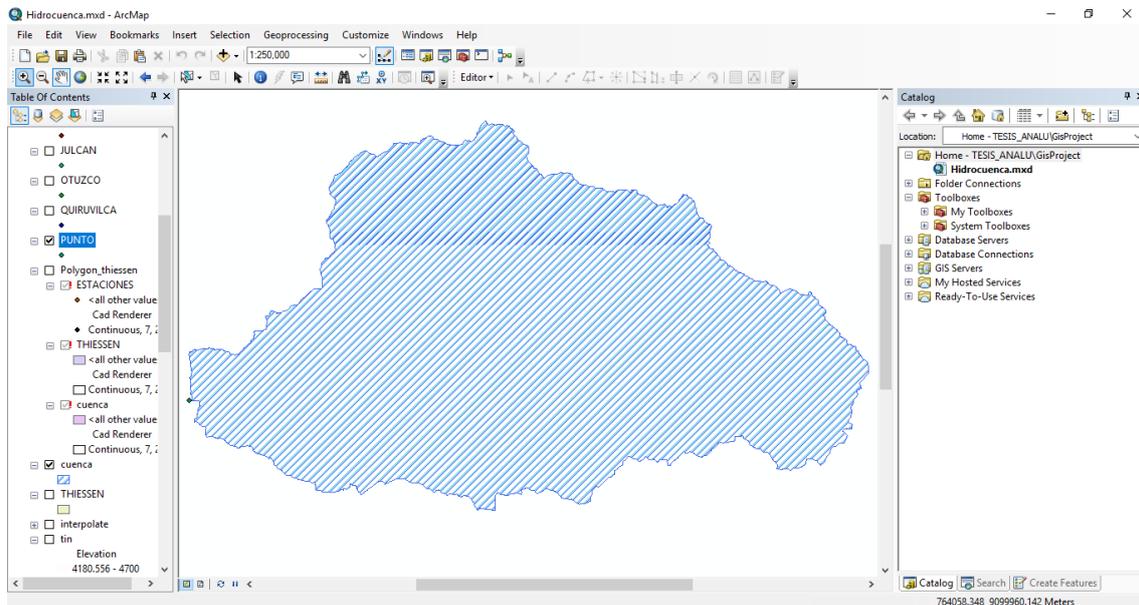
**Fuente:** *Autoridad propia*

Posteriormente se indica el punto de salida o de entrega del caudal para lo cual hemos determinado mediante coordenadas UTM la exacta ubicación del inicio del levantamiento topográfico del cauce en el cual será emplazada nuestra captación; que es la siguiente descrita a continuación.

#### Layer Properties



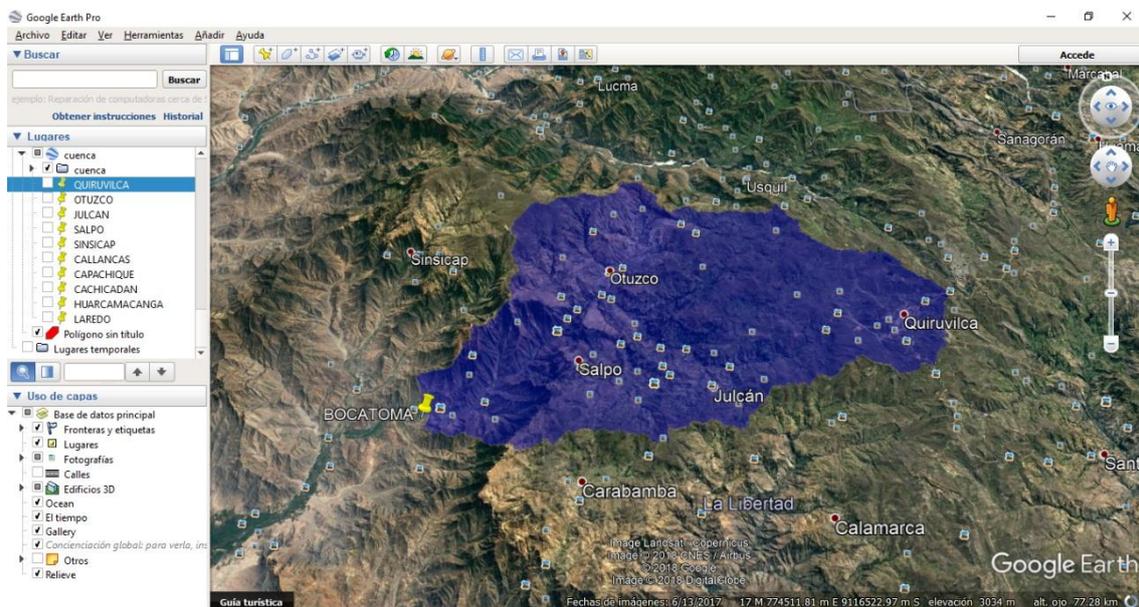
Una vez introducida esta información; se procede a evaluar la delimitación de la cuenca en estudio; para posteriormente determinar sus parámetros geomorfológicos.



**Imagen N°11:** *Delimitación de la cuenca*

**Fuente:** *Autoridad propia*

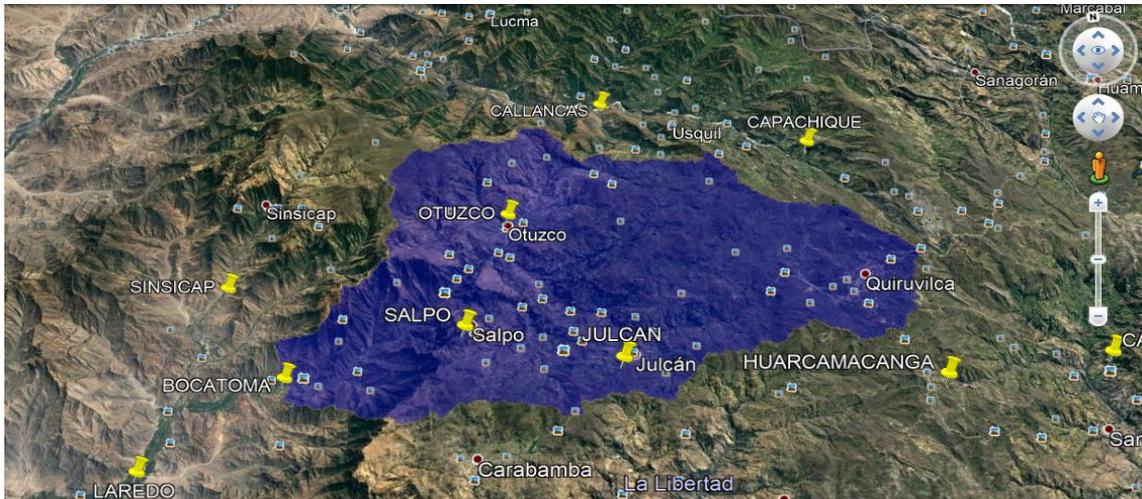
Una vez obtenida la delimitación de la cuenca; se procede a exportar el archivo a google maps, para una mejor apreciación.



**Imagen N° 12:** *Ubicación de la cuenca en Google Maps*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Posterior a esto, se procede a evaluar las estaciones que serán requeridas para el estudio hidrológico; cabe resaltar que como mínimo estas estaciones deberían contar con resgistro de precipitaciones de 20 años; y encontrarse operativas.



**Imagen N°13:** Estaciones dentro del área de estudio

**Fuente:** Autoridad propia

Una vez determinadas las estaciones a emplear; procedemos a trasladar sus coordenadas a Google Earth, para su mejor visualización entendimiento de la influencia que estas tendrán dentro de la cuenca en estudio.

Debido a que notablemente son más de una estación que intervienen y se encuentran dentro y alrededor de la cuenca; de empleará el metodo de Polígonos de Thiessen; para encontrar la precipitacion maxima que en promedio servirá para evaluar el caudal de aporte a la cuenta en un determinado periodo de retorno.

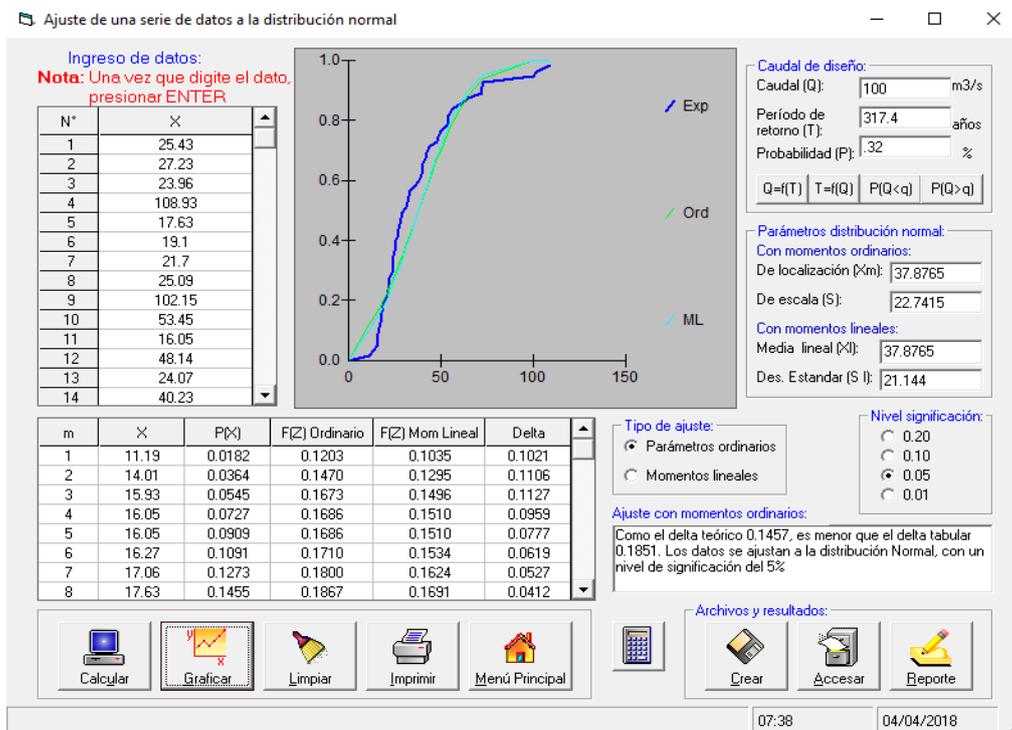
## **B) EVALUACIÓN DE PRUEBAS DE BONDAD PARA LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS**

A continuación se le realiza a cada estación con un mínimo de 20 años de registro pluviométrico; se sabe que para nuestro caso el mínimo de registros pluviométricos los tiene la estación: CAPACHIQUE, con 20 años de registro acumulado; y el máximo número de años de registro los posee la estación: CALLANCAS: con 54 años de registros acumulados.

A continuación se adjunta las pruebas de bondad para cada Estación junto a su resumen de registros máximos acumulados/día a los largos de los años.

Una vez evaluadas las estaciones mediante las pruebas de bondad se procede a determinar el modelo estadístico adecuado correspondiente para cada una y así determinar las precipitaciones según los periodos de retorno considerados en la elaboración del estudio hidrológico.

Para este paso se empleó el uso del Software Hidroesta, del Ing. Máximo Villión.



**Imagen N°14: Distribución normal**

**Fuente:** Autoridad propia

## RESUMEN DE LAS PRECIPITACIONES PARA CADA ESTACIÓN SEGÚN SU PERIODO DE RETORNO INDICADO.

**Tabla N° 3:**

*Resumen de la Precipitaciones para cada estación*

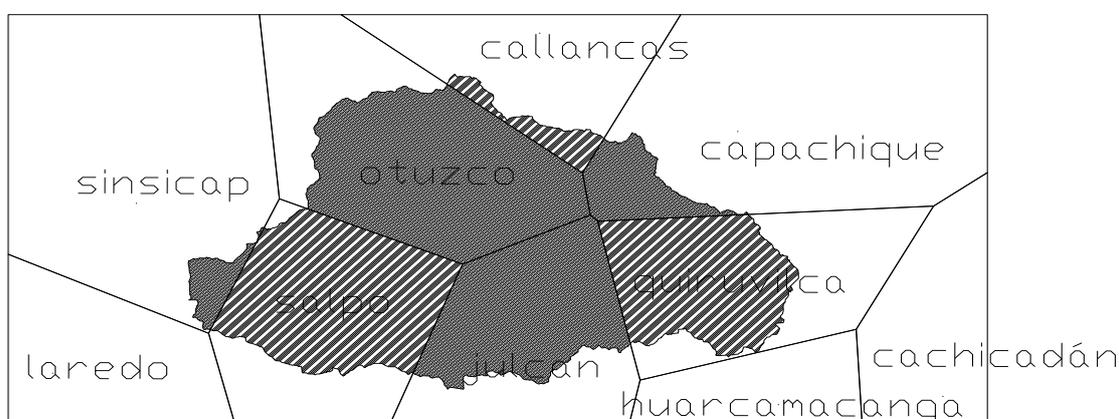
ESTACION	T=10	T=25	T=50	T=100	T=500
SINSICAP	67.02mm	81.15mm	84.59mm	90.79mm	103.34mm
SALPO	40.68mm	52.21mm	55.98mm	64.07mm	87.51mm
OTUZCO	14.17mm	17.95mm	18.88mm	20.54mm	23.91mm
JULCAN	56.84mm	78.79mm	86.33mm	103.02mm	154.96mm
CALLANCAS	43.77mm	63.17mm	70mm	85.37mm	135.06mm
CAPACHIQUE	53.35mm	76.92mm	85.22mm	103.88mm	164.15mm
QUIRUVILCA	61.53mm	114.61mm	136.39mm	190.96mm	415.56mm

**Fuente:** Autoridad propia

### C) APLICACIÓN DEL MÉTODO POLÍGONOS DE THIESSEN

Se hace un traslado de las coordenadas de cada estación considerada anteriormente al software ArcGis, con la finalidad de evaluar y determinar los parámetros de una forma más precisa, que un método convencional de cálculo.

Este Software viene precargado con la aplicación Thiessen Polygon, mediante la cual se determinará las áreas de influencia de cada una de las estaciones; las cuales son necesarias para determinar posteriormente la precipitación promedio que aportan todas en conjunto; una vez introducida la información correspondiente a las estaciones, el software nos determina de manera automática el área de influencia de cada estación según su ubicación en el área de estudio.



**Imagen N°15:** Estaciones de influencia

**Fuente:** Autoridad propia

Como se puede apreciar no todas las estaciones tienen influencia dentro de la cuenca en estudio, por lo que se usará solamente las estaciones cuyas áreas de influencia intersectan con el área de la cuenca

### PRECIPITACIÓN PARA UN $T_r=10$ AÑOS

**Tabla N° 4:**

*Precipitación para un  $T_r= 10$  años*

ESTACION	AREA DEL POLIGONO m2	PRECIPITACIÓN EN ÁREA(mm)	AXP
SINSICAP	23,001,449.36	67.02	1,541,557,136.18
SALPO	238,811,288.91	40.68	9,714,843,232.73
OTUZCO	295,959,261.91	14.17	4,193,742,741.30
JULCAN	199,235,130.68	56.84	11,324,524,828.10
CALLANCAS	27,951,299.17	43.77	1,223,428,364.58
CAPACHIQUE	56,953,421.46	53.35	3,038,465,034.73
QUIRUVILCA	180,895,048.99	61.53	11,130,472,364.55
$\Sigma=$	1,022,806,900.48	$\Sigma=$	42,167,033,702.17

PP=

41.22677866

**Fuente:** Autoridad propia

Aplicando el método hemos determinado la precipitación en promedio necesaria para realizar la obtención de los caudales de aporte de la cuenca en estudio.

### **PRECIPITACIÓN PARA UN $T_r=25$ AÑOS**

**Tabla N° 5:**

*Precipitación para un  $T_r= 25$  años*

ESTACION	AREA DEL POLIGONO m2	PRECIPITACIÓN EN ÁREA(mm)	AXP
SINSICAP	23,001,449.36	81.15	1,866,567,615.65
SALPO	238,811,288.91	52.21	12,468,337,393.83
OTUZCO	295,959,261.91	17.95	5,312,468,751.33
JULCAN	199,235,130.68	78.79	15,697,735,946.62
CALLANCAS	27,951,299.17	63.17	1,765,683,568.44
CAPACHIQUE	56,953,421.46	76.92	4,380,857,178.46
QUIRUVILCA	180,895,048.99	114.61	20,732,381,565.10
	1,022,806,900.48		62,224,032,019.44

PP= 60.83653913

**Fuente:** *Autoridad propia*

### **PRECIPITACIÓN PARA UN $T_r=50$ AÑOS**

**Tabla N° 6:**

*Precipitación para un  $T_r= 50$  años*

ESTACION	AREA DEL POLIGONO m2	PRECIPITACIÓN EN ÁREA(mm)	AXP
SINSICAP	23,001,449.36	84.59	1,945,692,601.46
SALPO	238,811,288.91	55.98	13,368,655,953.01
OTUZCO	295,959,261.91	18.88	5,587,710,864.91
JULCAN	199,235,130.68	86.33	17,199,968,831.98
CALLANCAS	27,951,299.17	70	1,956,590,941.75
CAPACHIQUE	56,953,421.46	85.22	4,853,570,576.56
QUIRUVILCA	180,895,048.99	136.39	24,672,275,732.17
	1,022,806,900.48		69,584,465,501.83

PP= 68.03284713

**Fuente:** *Autoridad propia*

## PRECIPITACIÓN PARA UN $T_r=100$ AÑOS

**Tabla N° 7:**

*Precipitación para un  $T_r= 100$  años*

ESTACION	AREA DEL POLIGONO m2	PRECIPITACIÓN EN ÁREA(mm)	AXP
SINSICAP	23,001,449.36	90.79	2,088,301,587.49
SALPO	238,811,288.91	64.07	15,300,639,280.27
OTUZCO	295,959,261.91	20.54	6,079,003,239.68
JULCAN	199,235,130.68	103.02	20,525,203,163.11
CALLANCAS	27,951,299.17	85.37	2,386,202,409.96
CAPACHIQUE	56,953,421.46	103.88	5,916,321,420.94
QUIRUVILCA	180,895,048.99	190.96	34,543,718,555.72
	1,022,806,900.48		86,839,389,657.18

PP=

84.90301504

**Fuente:** *Autoridad propia*

## PRECIPITACIÓN PARA UN $T_r=500$ AÑOS

**Tabla N° 8:**

*Precipitación para un  $T_r= 500$  años*

ESTACION	AREA DEL POLIGONO m2	PRECIPITACIÓN EN ÁREA(mm)	AXP
SINSICAP	23,001,449.36	103.34	2,376,969,776.98
SALPO	238,811,288.91	87.51	20,898,375,892.24
OTUZCO	295,959,261.91	23.91	7,076,385,952.33
JULCAN	199,235,130.68	154.96	30,873,475,850.85
CALLANCAS	27,951,299.17	135.06	3,775,102,465.62
CAPACHIQUE	56,953,421.46	164.15	9,348,904,132.15
QUIRUVILCA	180,895,048.99	415.56	75,172,746,559.57
	1,022,806,900.48		149,521,960,629.74

PP=

146.1878685

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 9:**

*Precipitaciones máximas instantáneas anuales en 24 horas*

$T_r$ (años)	$P(X \leq x_T)$	P mm
10	0.900	41.23
35	0.971	60.84
50	0.980	68.03
100	0.990	84.90
500	0.998	146.19

ESTACION	ALTITUD msnm	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)				
		10	25	50	100	500
RESUMEN	-	41.23	60.84	68.03	84.90	146.19

Cuadro E.4.1 P<sub>MAX24H</sub> (mm) en el Área del Proyecto para diferentes periodos de retorno

ESTACION	ALTITUD	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)				
		10	25	50	100	500
PROYECTO	-	41.23	60.84	68.03	84.90	146.19

Fuente: Autoridad propia

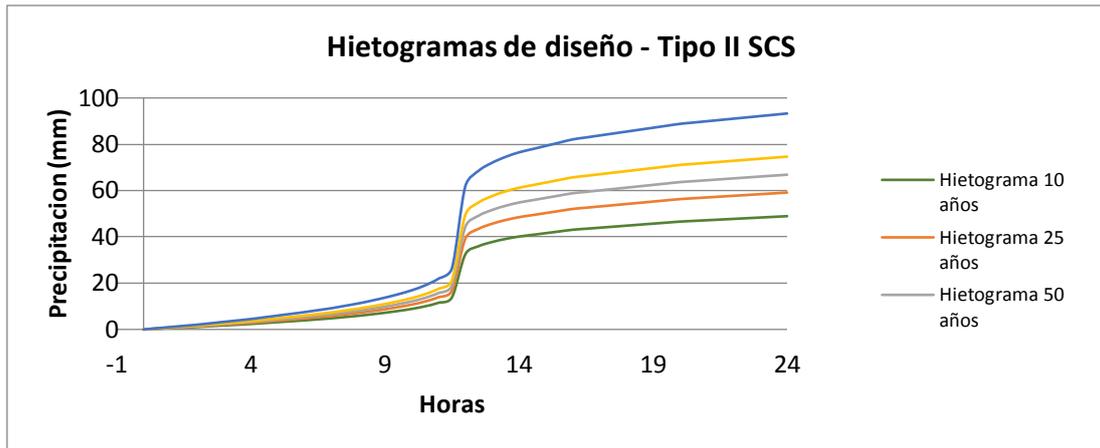
Tabla N° 10:

Precipitación de diseño para duraciones menores a 24 horas

ZONA DEL PROYECTO						
DURACION		PERIODO DE RETORNO				
Hr	min	10	25	50	100	500
0.17	10.00	11.90	17.56	19.64	24.51	42.20
0.33	20.00	14.15	20.88	23.36	29.15	50.19
0.50	30.00	15.66	23.11	25.85	32.26	55.54
0.67	40.00	16.83	24.84	27.77	34.66	59.68
0.83	50.00	17.80	26.26	29.37	36.65	63.10
1.00	60.00	18.63	27.49	30.74	38.36	66.05
1.50	90.00	20.61	30.42	34.02	42.45	73.09
2.00	120.00	22.15	32.69	36.55	45.62	78.54
4.00	240.00	26.34	38.87	43.47	54.25	93.41
6.00	360.00	29.15	43.02	48.11	60.04	103.37
7.00	420.00	30.30	44.71	50.00	62.39	107.43
8.00	480.00	31.33	46.23	51.69	64.51	111.08
10.00	600.00	33.12	48.88	54.66	68.21	117.45
11.00	660.00	33.92	50.06	55.98	69.86	120.28
12.00	720.00	34.67	51.16	57.21	71.39	122.93
24.00	1440.00	41.23	60.84	68.03	84.90	146.19

Fuente: Autoridad propia

Posteriormente se analizan las precipitaciones halladas con anterioridad con la finalidad de crear un histograma que permita la obtención de los caudales de aporte de la cuenca para determinados periodos de retorno.



**Imagen N° 16:** *Hietogramas de diseño – Tipo II SCS*

**Fuente:** *Autoridad propia*

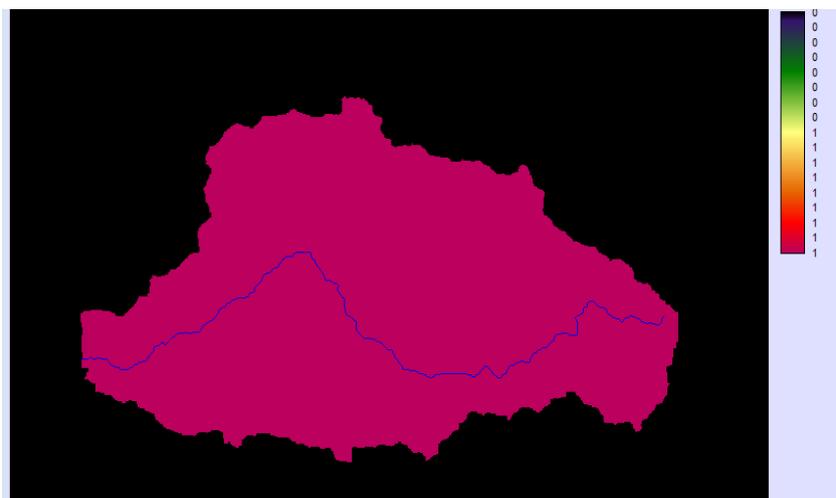
Hietogramas Obtenidos en base al análisis de las precipitaciones.

Con esta información y los parámetros geomorfológicos de la cuenca se podrá hallar el caudal de aporte de la cuenca para máximas avenidas.

#### **D) PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA EN ESTUDIO**

En esta parte del procedimiento se obtendrán los parámetros necesarios para la obtención de los caudales de aporte de la cuenca. Dichos parámetros son esenciales para el análisis y aplicación del METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO SCS; para el cuál serán necesarios también los tiempos de concentración.

Desde ArGis se exporta a TerrSet Geoespacial el Formato en Raster y la cuenca delimitada para la obtención de manera automática de los parámetros propios.

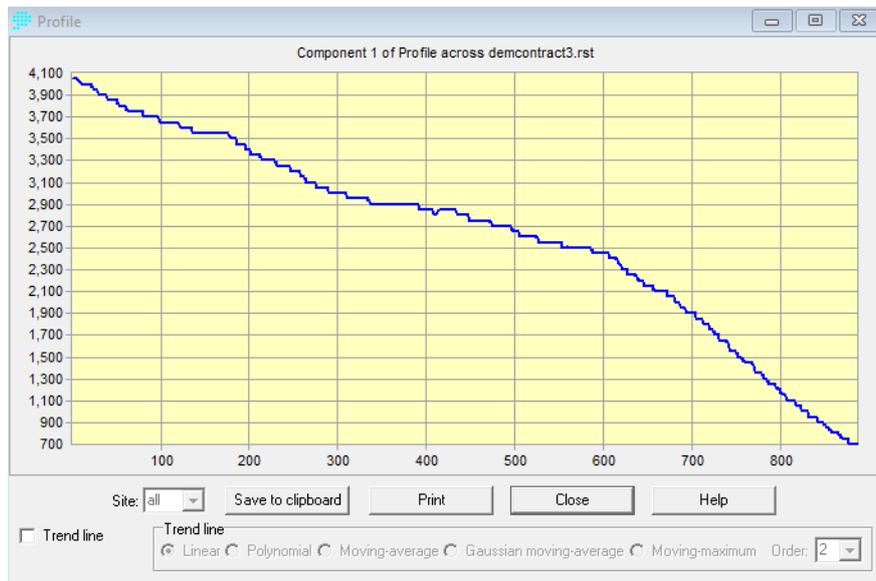


**Imagen N° 17:** *Recorrido del cauce principal de la cuenca*

**Fuente:** *Autoridad propia*

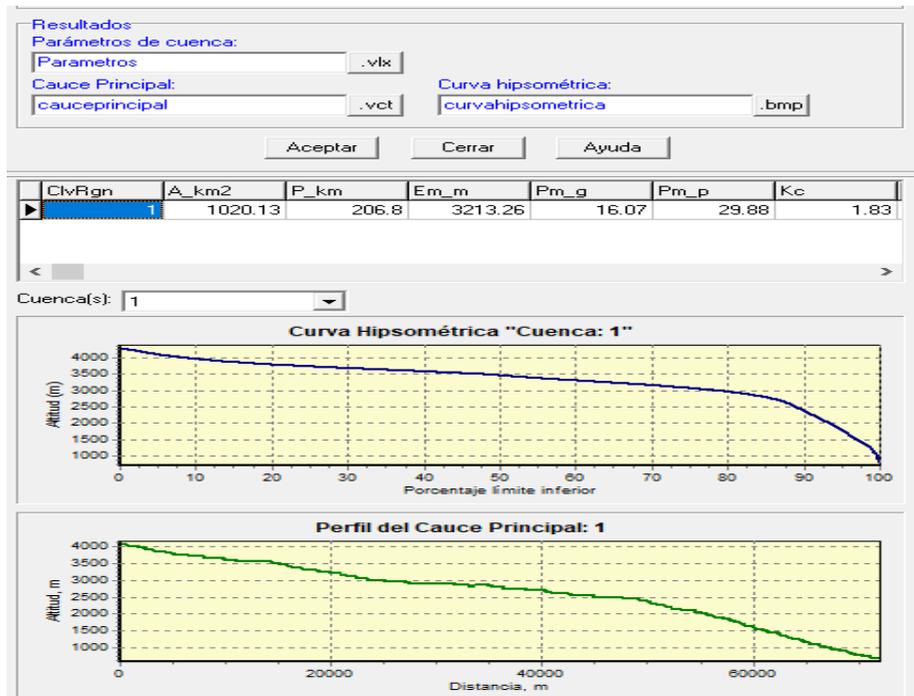
Antes de esto el software nos determina el recorrido del cauce principal de la cuenca de manera automática.

El primer resultado que nos arroja el software es el perfil longitudinal del cauce principal a lo largo de toda la cuenca. Finalmente nos arroja los parámetros geomorfológicos necesarios para la aplicación de los métodos para la obtención de caudales de la cuenca en estudio. Se puede observar en la ilustración N° 22 y N°23.



**Imagen N°18: Perfil longitudinal**

Fuente: Autoridad propia



**Imagen N°19: Parámetros Geomorfológicos**

Fuente: Autoridad propia

Parámetro	Registro	Unidad	Descripcion
ClvRgn	1.00		Cuenca Hirografica
A_km2	1020.13	km2	Superficie de la cuenca
P_km	206.80	km	Perimetro de la Cuenca
Em_m	3213.26	msnm	Elevacion Media
Pm_g	16.07	°	Pendiente media Grados
Pm_p	29.88	%	Pendiente media Porcentaje
Kc	1.83		Coefficiente de compacidad(Gravelious)
Rci	0.30		Relacion Circular
Rh	0.39		Relacion Hipsometrica
Lc_km	71.92	km	Longitud del eje del rio principal
La_km	51.92	km	Longitud directa del rio principal
Sh	1.38		Coefficiente de Sinuosidad Hidraulico
Emx_m	4050.00	msnm	Altitud Maxima
Emn_m	700.00	msnm	Altitud Minima
Sc_p	7.53		Pendiente Promedio del rio Principal
Tc_Kirpich	5.78		Tiempo de Concentracion kirpich
Tc_CHPW	5.81		Tiempo de concentracion de California Highways and public works

**Imagen N°20:** Resumen de los *Parámetros Geomorfológicos*

**Fuente:** *Autoridad propia*

En resumen; ya obtenidos los parámetros geomorfológicos de la cuenca en estudio, se procede a la aplicación del método del Hidrograma unitario para la obtención de los caudales de aporte de la cuenca en estudio.

**Tabla N° 11:**

*Parámetros geomorfológicos*

Cuenca	PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS									DESCRIPCION DE LA CUENCA
	AREA	PERIMETRO	LONGITUD	COTA	COTA	PENDIENTE	COTA	INDICE DE	FACTOR	
	A	P	CAUCE	MINIMA	MAXIMA	s	MEDIA	COMPACIDAD	DE	
	km2	km	L	msnm	msnm	m/m	msnm		FORMA	
POROTO	1020.130	206.800	71.920	700.0	4050.0	0.075	3213.3	1.83	0.20	CUENCA POROTO, predominancia de pastizales con mediana cobertura; suelos de moderada a baja permeabilidad (CN = 76)

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 12:**

*Parámetros Hidrológicos*

Caudal	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (hr)					T LAG min	PRECIPITACION MAXIMA (mm) PERIODO DE RETORNO				
	KIRPICH	HATHAWAY	BRANSB Y WILLIAMS	US CORP. ING.	MEDI A GEOM ETRIC A		10	25	50	100	500
							41.23	60.84	68.03	84.90	146.19
POROTO	4.83	3.86	14.70	12.65	7.67	276.00	41.23	60.84	68.03	84.90	146.19

TLAG = TIEMPO DE RETARDO

- **Fórmula de Kirpich:**

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

- **Fórmula del US Corps of Engineers (Temez):**

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

- **Fórmula de Bransby - Williams:**

$$T_c = 0.2433 \frac{L}{A^{0.1} S^{0.2}}$$

- **Fórmula de Hathaway**

$$T_c = 36.60 \frac{(L.n)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

Donde:

T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce en Km.

S = Pendiente en m/m.

A = Área Km<sup>2</sup>.

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 13:**

*Método del Hidrograma Unitario SCS*

Cuenca	AREA A  KM2	TIEMPO DE	TIEMPO	TIEMPO	CAUDAL	NUMERO DE CURVA N(*)	ALTURA DE LLUVIA (mm)					LLUVIA EFECTIVA Pe (mm)					CAUDAL MAXIMO (m3/s)				
		RETRASO	PICO	BASE	UNITARIO		TR					TR					TR				
		Tr (hr)	Tp (hr)	Tb (hr)	qp (m3/s/mm)		10	35	50	100	500	10	35	50	100	500	10	35	50	100	500
POROTO	1020.130	3.37	8.91	23.79	23.80	76.0	41.23	60.84	68.03	84.90	146.19	6.02	16.05	20.45	31.81	80.52	143.230	382.030	486.620	757.060	1916.380

(\*) Tabla 5.5.2 (Hidrologia Aplicada - Ven Te Chow; Maidment; Mays).

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 14:**

*Caudales máximo y mínimo*

Tal como se puede apreciar en la tabla; ya se han obtenido los resultados para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años

CAUDAL MAXIMO MÍNIMO (m3/s)				
TR				
10	25	50	100	500
143.230	382.030	486.620	757.060	1916.380

**Fuente:** *Autoridad propia*

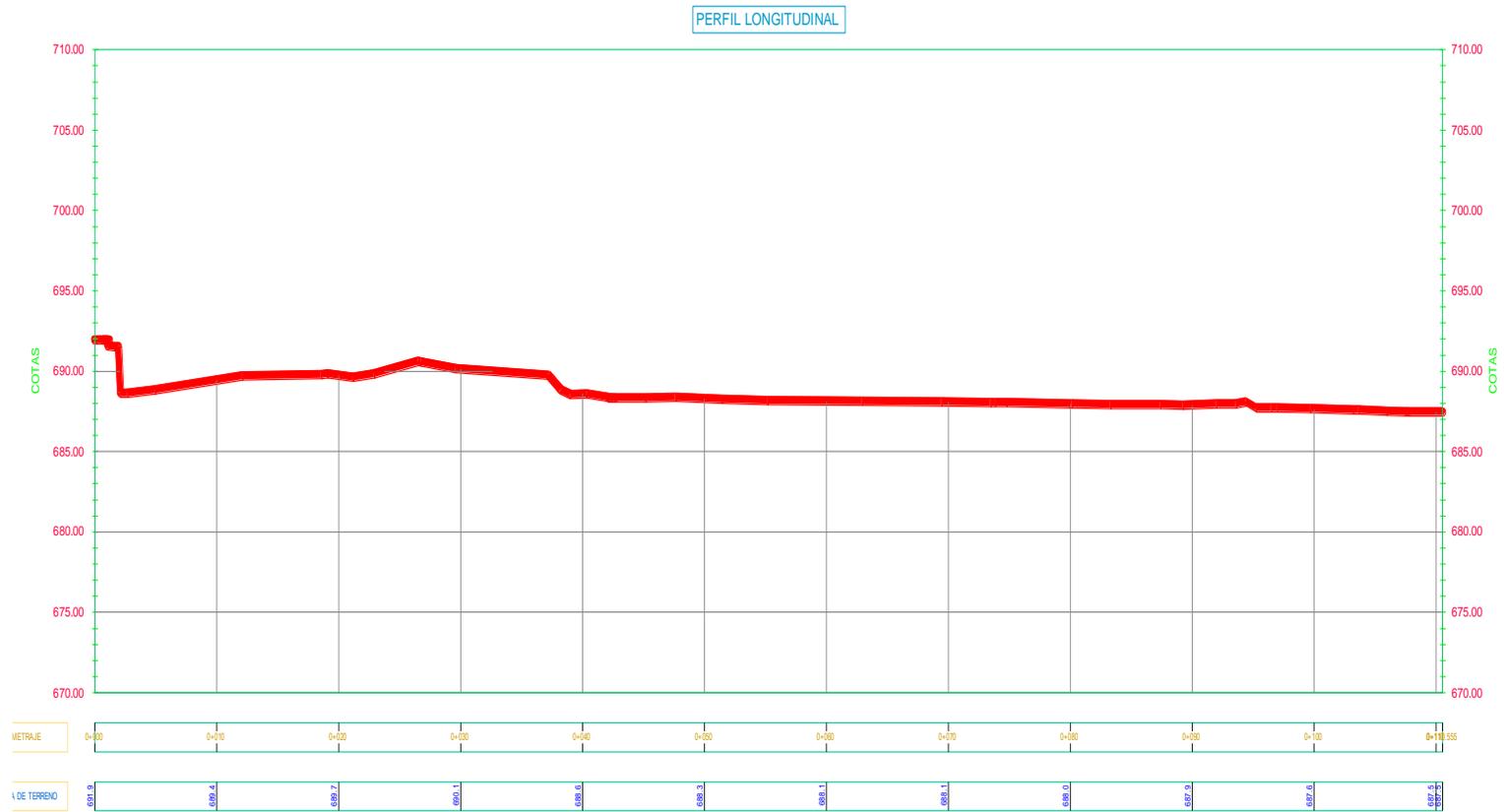
#### **4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO:**

- Se realizó el levantamiento topográfico de toda la zona en estudio de Poroto haciendo usos de equipos de topografía como; estación total modelo SOKIA R500, prisma, wincha, trípode. Con la finalidad de obtener las cotas y el relieve del terreno en forma digital, para su posterior procesamiento en AutoCAD CIVIL3D 2018 y así colocar cuidadosamente el emplazamiento de la bocatoma y sus estructuras complementarias para su correcto funcionamiento. Hallando como pendiente 2.04% , siendo una área pedregosa y accidentada en su transcurso.



**Imagen N°21:** *Plano topográfico del rio moche y canal.*

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Imagen N°22:** Perfil longitudinal del rio proyecto en estudio

**Fuente:** *Autoridad propia*

### 4.3. CALCULO DE LAS ÁREAS A SERVIR PARA OBTENER EL CAUDAL DE DISEÑO

#### 4.3.1. OBTENCION DEL CAUDAL DE DISEÑO EN LA CAPTACIÓN PARA LA BOCATOMA DE RIEGO

Tabla N° 15:

*CEDULA Y CALENDARIO DE CULTIVO- POROTO*

CULTIVO	AREA (Has)	(%)	MESES DEL AÑO											
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CAÑA DE AZUCAR	727.34505	30.2%	727.35 0.85	727.35 0.55	727.35 0.55	727.35 0.75								
FRIJOL COMUN	63.83	2.6%		63.83 0.85	63.83 0.85	63.83 0.85	63.83 0.85					63.83 0.85	63.83 0.55	63.83 0.75
FRUTALES COMUN	202.85491	8.4%	202.85 0.80	202.85 0.90	202.85 0.90	202.85 0.80	202.85 0.80	202.85 0.70	202.85 0.60	202.85 0.60	202.85 0.60	202.85 0.90	202.85 0.90	202.85 0.90
HORTALIZAS COMUN	77.41	3.2%	77.41 0.90	77.41 0.35	77.41 0.35	77.41 0.35					77.41 0.35	77.41 0.35	77.41 0.71	77.41 0.90
MAIZ AMARILLO DURO	114.95724	4.8%	114.96 0.30	114.96 0.30	114.96 0.30	114.96 0.65	114.96 0.90	114.96 0.90	114.96 0.90	114.96 0.90	114.96 0.30	114.96 0.65	114.96 0.90	114.96 0.90
PALTOS COMUN	19.572716	0.8%	19.57 0.40	19.57 0.40	19.57 0.70	19.57 0.90	19.57 0.90	19.57 0.85		19.57 0.40	19.57 0.70	19.57 0.90	19.57 0.90	19.57 0.85
PASTOS COMUN	37.05	1.5%	37.05 0.90											
PIÑA COMUN	1005.323	41.7%	1,005.32 0.50											
YUCA COMUN	162.28	6.7%	162.28 0.30	162.28 0.80	162.28 0.80	162.28 0.30	162.28 0.30	162.28 0.80	162.28 0.80	162.28 0.30	162.28 0.30	162.28 0.80	162.28 0.80	162.28 0.30
<b>TOTAL</b>	<b>2,410.6</b>	<b>100%</b>	<b>2,346.8</b>	<b>2,410.6</b>	<b>2,410.6</b>	<b>2,410.6</b>	<b>2,333.2</b>	<b>2,269.4</b>	<b>2,249.8</b>	<b>2,269.4</b>	<b>2,410.6</b>	<b>2,410.6</b>	<b>2,410.6</b>	<b>2,410.6</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>100%</b>		<b>97%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>97%</b>	<b>94%</b>	<b>93%</b>	<b>94%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>Kc ponderado</b>			<b>0.63</b>	<b>0.66</b>	<b>0.66</b>	<b>0.64</b>	<b>0.66</b>	<b>0.68</b>	<b>0.67</b>	<b>0.63</b>	<b>0.60</b>	<b>0.58</b>	<b>0.61</b>	<b>0.64</b>

Fuente: Autoridad propia

**a) Eficiencias**

EFICIENCIA DE DISTRIBUCION	0,81	OPERACIÓN
EFICIENCIA DE CONDUCCION	0,61	APLICACIÓN
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	0,49	RIEGO
EFICIENCIA TOTAL	0,242109	

**Fuente:** *DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES (MINISTERIO DE AGRICULTURA - AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA)*

**b) Métodos :**

Métodos que se utilizaran para la evapotranspiración y hallar el caudal de captación que requiere el canal.

**1. BLANEY-CRIDDLE**

**Tabla N° 16:**

*BLANEY – CRIDDLE*

## A.- EVAPOTRANSPIRACION

FACTORES METEOROLÓGICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1 NUMERO DE DIAS DEL MES (DM)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2 TEMPERATURA	23.69	24.84	24.73	22.43	21.89	20.38	18.97	18.54	18.69	19.22	19.70	21.67
3 LATITUD	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4 P (PORCENTAJE DE HORAS LUZ)	8.788	7.826	8.522	8.114	8.244	7.936	8.216	8.314	8.178	8.596	8.466	8.8
5 ETP = $P*(0.457*T+8.12)$ = mm/mes	166.51	152.40	165.51	149.05	149.41	138.34	137.92	137.96	136.26	145.32	144.96	158.59

## B.- CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

DESCRIPCION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1 CION Y AREA DE LOS CULTIVOS												
CULTIVOS BASE (ha) % Área												
CAÑA DE AZUCAR 727.35 30.17	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35
FRIJOL COMUN 63.83 2.65	-	63.83	63.83	63.83	63.83	-	-	-	63.83	63.83	63.83	63.83
FRUTALES COMUN 202.85 8.42	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85
HORTALIZAS COMUN 77.41 3.21	77.41	77.41	77.41	77.41	-	-	-	-	77.41	77.41	77.41	77.41
MAIZ AMARILLO DURO 114.96 4.77	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96
PALTOS COMUN 19.57 0.81	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	-	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57
PASTOS COMUN 37.05 1.54	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05
PIÑA COMUN 1005.32 41.70	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32
YUCA COMUN 162.28 6.73	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28
TOTAL 2410.63 100.00												

2.- EA TOTAL CULTIVADO POR MES (Hac)	2,346.80	2,410.63	2,410.63	2,410.63	2,333.22	2,269.39	2,249.81	2,269.39	2,410.63	2,410.63	2,410.63	2,410.63	
3.- Kc x DESARR. CULT PER. VEG													
CAÑA DE AZUCAR	12	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.55	0.55	0.75
FRIJOL COMUN	8	-	0.85	0.85	0.85	0.85	-	-	0.85	0.85	0.55	0.55	0.75
FRUTALES COMUN	12	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.60	0.60	0.60	0.30	0.90	0.90
HORTALIZAS COMUN	8	0.90	0.35	0.35	0.35	-	-	-	0.35	0.35	0.35	0.71	0.90
MAIZ AMARILLO DURO	12	0.30	0.30	0.30	0.65	0.90	0.90	0.90	0.90	0.30	0.65	0.90	0.90
PALTOS COMUN	11	0.40	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85	-	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85
PASTOS COMUN	12	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
PIÑA COMUN	12	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
YUCA COMUN	12	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30
<b>Kc ponderado</b>		<b>0.63</b>	<b>0.66</b>	<b>0.66</b>	<b>0.64</b>	<b>0.66</b>	<b>0.68</b>	<b>0.67</b>	<b>0.63</b>	<b>0.60</b>	<b>0.58</b>	<b>0.61</b>	<b>0.64</b>
4.- ETP ( mm/mes)	166.51	152.40	165.51	149.05	149.41	138.34	137.92	137.96	136.26	145.32	144.96	158.59	
5.- ANSP. REAL (ETR=Kc*ETP) mm/mes	104.81	100.54	109.59	95.15	98.65	94.25	92.52	87.29	82.20	84.57	87.77	102.00	
EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR=Kc*ETP) mm/día	3.38	3.59	3.54	3.17	3.18	3.14	2.98	2.82	2.74	2.73	2.93	3.29	
6.- TACION EFECTIVA (PE) mm/mes													
Precipitación al 75% de ocurrencia en mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7.- A NETA (Dn = ETR - Pe) mm/mes	104.81	100.54	109.59	95.15	98.65	94.25	92.52	87.29	82.20	84.57	87.77	102.00	
DEMANDA NETA (Dn) mm/día	3.38	3.59	3.54	3.17	3.18	3.14	2.98	2.82	2.74	2.73	2.93	3.29	
Eficiencia de riego	24%	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	
8.- DA BRUTA (Db = Dn/Ef.) mm/mes	432.92	415.26	452.66	393.01	407.46	389.30	382.15	360.56	339.50	349.32	362.52	421.29	
DEMANDA BRUTA (Db) mm/día	13.97	14.83	14.60	13.10	13.14	12.98	12.33	11.63	11.32	11.27	12.08	13.59	
9.- LO DE RIEGO (Mr = Q/Ha) l/s/ha	1.62	1.72	1.69	1.52	1.52	1.502	1.43	1.35	1.31	1.30	1.40	1.57	
VOLUMEN REQUERIDO MMC	10.16	10.01	10.91	9.47	9.51	8.83	8.60	8.18	8.18	8.42	8.74	10.16	
<b>10.- CAUDAL REQUERIDO (Q = m3/seg)</b>	<b>3.79</b>	<b>4.14</b>	<b>4.07</b>	<b>3.66</b>	<b>3.55</b>	<b>3.41</b>	<b>3.21</b>	<b>3.05</b>	<b>3.16</b>	<b>3.14</b>	<b>3.37</b>	<b>3.79</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Q requerido [m3/seg]

Val. [MMC/seg]

#### Detalle de distribución

Eta	3.59 mm/día
Kc	0.66
Etp (aj)	2.38 mm/día
Demanda neta a Lámina neta	3.59 mm/día
Demanda bruta a Lámina bruta	14.83 mm/día
Caudal max (Q)	4.14 m3/seg
EFICIENCIA DE DISTRIBUCION	0.81
EFICIENCIA DE CONDUCCION	0.61
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	0.49
Eficiencia total	<b>0.24</b>

**CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION**

**4.14 m3/s**

Fuente: Autoridad propia

## 2. CHRISTIANSEN-HARGREAVERS

Tabla N° 17:

### CHRISTIANSEN - HARGREAVERS

#### A.- EVAPOTRANSPIRACION

FACTORES METEOROLÓGICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
3.- NUMERO DE DIAS DEL MES (DM)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
TEMPERATURA	23.69	24.84	24.73	22.43	21.89	20.38	18.97	18.54	18.69	19.22	19.70	21.67
LATITUD	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
VELOCIDAD DEL VIENTO KM/HORA	28.57	20.13	19.97	24.24	23.45	22.16	21.02	21.02	22.84	25.16	26.08	29.88
HUMEDAD RELATIVA %	0.92	0.93	0.91	0.93	0.91	0.93	0.93	0.92	0.93	0.93	0.91	0.91
BRILLO SOLAR	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ALTITUD	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620	620
RT (RADIACION EXTRATERRESTRE)	16.194	16.19	15.702	14.574	13.274	12.556	12.862	14.02	15.304	16.074	15.626	16.152
CTT	1.124	1.164	1.160	1.080	1.062	1.012	0.967	0.953	0.958	0.975	0.990	1.055
CWT	0.985	1.188	1.189	1.120	1.138	1.162	1.178	1.178	1.150	1.097	1.071	0.931
CHT	0.608	0.588	0.628	0.588	0.628	0.588	0.588	0.608	0.588	0.588	0.628	0.628
CST	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
CE	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031	1.031
7.- $ET0 = 0.324(RT)(CTT)(CWT)(CHT)(CST)(CE) = \text{mm/día}$	3.640	4.392	4.540	3.461	3.363	2.897	2.875	3.197	3.308	3.373	3.473	3.326

#### B.- CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

DESCRIPCION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1.- DISTRIBUCION Y AREA DE LOS CULTIVOS												
CULTIVOS BASE (ha) % Area												
CAÑA DE AZUCAR 727.345 30.17	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35
FRIJOL COMUN 63.83 2.65	-	63.83	63.83	63.83	63.83	-	-	-	63.83	63.83	63.83	63.83
FRUTALES COMUN 202.855 8.42	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85
HORTALIZAS COMUN 77.41 3.21	77.41	77.41	77.41	77.41	-	-	-	-	77.41	77.41	77.41	77.41
MAIZ AMARILLO DUF 114.957 4.77	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96
PALTOS COMUN 19.5727 0.81	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	-	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57
PASTOS COMUN 37.05 1.54	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05
PIÑA COMUN 1005.32 41.70	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32	1005.32
YUCA COMUN 162.28 6.73	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28
TOTAL 2410.63 100												

2.- RESUMEN AREA TOTAL CULTIVADO POR MES (Har)		2,346.80	2,410.63	2,410.63	2,410.63	2,333.22	2,269.39	2,249.81	2,269.39	2,410.63	2,410.63	2,410.63	2,410.63
3.- Kc x DESARR. CULT PER. VEG													
CAÑA DE AZÚCAR	12	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.55	0.55	0.75
FRIJOL COMUN	8	-	0.85	0.85	0.85	0.85	-	-	-	0.85	0.55	0.55	0.75
FRUTALES COMUN	12	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.90
HORTALIZAS COMUN	8	0.30	0.35	0.35	0.35	-	-	-	-	0.35	0.35	0.71	0.30
MAIZ AMARILLO DURO	12	0.30	0.30	0.30	0.65	0.90	0.90	0.90	0.90	0.30	0.65	0.90	0.90
PALTOS COMUN	11	0.40	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85	-	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85
PASTOS COMUN	12	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
PIÑA COMUN	12	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
YUCA COMUN	12	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30
<b>Kc ponderado</b>		<b>0.63</b>	<b>0.66</b>	<b>0.66</b>	<b>0.64</b>	<b>0.66</b>	<b>0.68</b>	<b>0.67</b>	<b>0.63</b>	<b>0.60</b>	<b>0.58</b>	<b>0.61</b>	<b>0.64</b>
4.- ETP (mm/mor)		112.83	122.97	140.75	103.83	104.25	86.92	89.12	99.11	99.23	104.56	104.19	103.11
5.- EVAPOTRANSP. REAL (ETR-Kc*ETP) mm/mor		71.02	81.12	93.20	66.28	68.84	59.22	59.78	62.71	59.86	60.85	63.09	66.32
EVAPOTRANSP. REAL (ETR-Kc*ETP) mm/día		2.29	2.90	3.01	2.21	2.22	1.97	1.93	2.02	2.00	1.96	2.10	2.14
6.- PRECIPITACION EFECTIVA (PE) mm/mor													
Precipitación al 75% de ocurrencia en mm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.- DEMANDA NETA (Dn - ETR - Pe) mm/mor		71.02	81.12	93.20	66.28	68.84	59.22	59.78	62.71	59.86	60.85	63.09	66.32
DEMANDA NETA (Dn) mm/día		2.29	2.90	3.01	2.21	2.22	1.974	1.93	2.02	2.00	1.96	2.10	2.14
Eficiencia de riego		0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
8.- DEMANDA BRUTA (Db - Dn/Ef.) mm/mor		293.35	335.06	384.93	273.76	284.32	244.60	246.92	259.02	247.25	251.35	260.57	273.92
DEMANDA BRUTA (Db) mm/día		9.46	11.97	12.42	9.13	9.17	8.15	7.97	8.36	8.24	8.11	8.69	8.84
9.- MODULO DE RIEGO (Mr - Q/Ha) ltr/ha		1.10	1.39	1.44	1.06	1.06	0.944	0.92	0.97	0.95	0.94	1.01	1.02
VOLUMEN REQUERIDO MMC		6.88	8.08	9.28	6.60	6.63	5.55	5.56	5.88	5.96	6.06	6.28	6.60
<b>10 CAUDAL REQUERIDO (Q = m<sup>3</sup>/seg)</b>		<b>2.57</b>	<b>3.34</b>	<b>3.46</b>	<b>2.55</b>	<b>2.48</b>	<b>2.14</b>	<b>2.07</b>	<b>2.19</b>	<b>2.30</b>	<b>2.26</b>	<b>2.42</b>	<b>2.47</b>

Fuente: Elaboración Propia

Q requerida (m<sup>3</sup>/seg)

Val. (HMC/mor)

#### Detar de diseño

Eta	3.01 mm/día
Kc	0.66
Etp (ej)	1.99 mm/día
Demanda neta a Lámina neta	3.01 mm/día
Demanda bruta a Lámina bruta	12.42 mm/día
Caudal max (Q)	3.46 m <sup>3</sup> /seg
EFICIENCIA DE DISTRIBUCION	0.81
EFICIENCIA DE CONDUCCION	0.61
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	0.49
Eficiencia total	<b>0.24</b>

**CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION 3.46 m<sup>3</sup>/s**

Fuente: Autoridad propi

### 3. CROPWAT

Tabla N° 18:

CROPWAT

#### A.- EVAPOTRANSPIRACION

FACTORES METEOROLÓGICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1.- NUMERO DE DIAS DEL MES (DM)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2.- TEMPERATURA MINIMA (°C)	19.9	21.1	20.9	18.6	18.6	17.3	15.9	15.5	15.6	15.9	16.1	18
3.- TEMPERATURA MAXIMA (°C)	27.4	28.6	28.6	26.3	25.1	23.5	22.1	21.6	21.8	22.5	23.4	25.4
4.- HUMEDAD RELATIVA (%)	92	93	91	93	91	93	93	92	93	93	91	91
5.- VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/DIA)	8	6	6	7	7	6	6	6	6	7	7	8
6.- LUZ SOLAR (H)	5.4	5.4	5.4	5.3	4.3	4	4	3.9	4.1	4.5	5.1	5.3
7.- RADIACION (MJ/M2/DIA)	18.2	18.3	17.9	16.6	13.8	12.7	13	14	15.4	16.7	17.7	17.9
8.- ETO	3.550	3.720	3.670	3.210	2.610	2.330	2.290	2.450	2.740	3.000	3.180	3.330

#### B.- CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

DESCRIPCION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1.- DISTRIBUCION Y AREA DE LOS CULTIVOS												
CULTIVOS BASE (ha)    % Area												
CAÑA DE AZUCAR    727.345    30.17	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35
FRIJOL COMUN        63.83     2.65	-	63.83	63.83	63.83	63.83	-	-	-	63.83	63.83	63.83	63.83
FRUTALES COMUN    202.855    8.42	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85
HORTALIZAS COMUN 77.41     3.21	77.41	77.41	77.41	77.41	-	-	-	-	77.41	77.41	77.41	77.41
MAIZ AMARILLO DURI 114.957    4.77	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96
PALTOS COMUN       19.5727    0.81	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	-	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57
PASTOS COMUN        37.05     1.54	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05
PIÑA COMUN        1005.32    41.70	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32
YUCA COMUN         162.28     6.73	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28
TOTAL	2410.63											

2.- RESUMEN AREA TOTAL CULTIVADO POR MES (Ha)		2,346.80	2,410.63	2,410.63	2,410.63	2,333.22	2,269.39	2,249.81	2,269.39	2,410.63	2,410.63	2,410.63	2,410.63
3.- Kc x DESARR. CULT PER. VEG													
CAÑA DE AZÚCAR	12	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.55	0.55	0.75
FRIJOL COMUN	8	-	0.85	0.85	0.85	0.85	-	-	-	0.85	0.55	0.55	0.75
FRUTALES COMUN	12	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.90
HORTALIZAS COMUN	8	0.90	0.35	0.35	0.35	-	-	-	-	0.35	0.35	0.71	0.90
MAIZ AMARILLO DURO	12	0.30	0.30	0.30	0.65	0.90	0.90	0.90	0.90	0.30	0.65	0.90	0.90
PALTOS COMUN	11	0.40	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85	-	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85
PASTOS COMUN	12	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
PIÑA COMUN	12	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
YUCA COMUN	12	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30
<b>Kc ponderado</b>		<b>0.63</b>	<b>0.66</b>	<b>0.66</b>	<b>0.64</b>	<b>0.66</b>	<b>0.68</b>	<b>0.67</b>	<b>0.63</b>	<b>0.60</b>	<b>0.58</b>	<b>0.61</b>	<b>0.64</b>
4.- ETP (mm/mes)		110.05	104.16	113.77	96.30	80.91	69.90	70.99	75.95	82.20	93.00	95.40	103.23
5.- EVAPOTRANSP. REAL (ETR-Kc*ETP) mm/mes		69.27	68.72	75.33	61.48	53.42	47.62	47.62	48.06	49.59	54.13	57.76	66.39
EVAPOTRANSP. REAL (ETR-Kc*ETP) mm/día		2.23	2.45	2.43	2.05	1.72	1.59	1.54	1.55	1.65	1.75	1.93	2.14
6.- PRECIPITACION EFECTIVA (PE) mm/mes		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Precipitación al 75% de ocurrencia en mm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.- DEMANDA NETA (Dn - ETR - Pe) mm/mes		69.27	68.72	75.33	61.48	53.42	47.62	47.62	48.06	49.59	54.13	57.76	66.39
DEMANDA NETA (Dn) mm/día		2.23	2.45	2.43	2.05	1.72	1.587	1.54	1.55	1.65	1.75	1.93	2.14
Eficiencia de riego		0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
8.- DEMANDA BRUTA (Db - Dn/Ef.) mm/mes		286.12	283.82	311.15	253.92	220.65	196.71	196.70	198.49	204.81	223.56	238.58	274.23
DEMANDA BRUTA (Db) mm/día		9.23	10.14	10.04	8.46	7.12	6.56	6.35	6.40	6.83	7.21	7.95	8.85
9.- MODULO DE RIEGO (Mr - Q/Ha) l/s/ha		1.07	1.17	1.16	0.98	0.82	0.759	0.73	0.74	0.79	0.83	0.92	1.02
VOLUMEN REQUERIDO MMC		6.71	6.84	7.50	6.12	5.15	4.46	4.43	4.50	4.94	5.39	5.75	6.61
<b>10 CAUDAL REQUERIDO (Q = m3/seg)</b>		<b>2.51</b>	<b>2.83</b>	<b>2.80</b>	<b>2.36</b>	<b>1.92</b>	<b>1.72</b>	<b>1.65</b>	<b>1.68</b>	<b>1.90</b>	<b>2.01</b>	<b>2.22</b>	<b>2.47</b>

Fuente: Elaboración Propia

Q requerida (m3/seg)

Val. (MMC/area)

**Datos de diseño**

Eta	2.45 mm/día
Kc	0.66
Etp(aj)	1.62 mm/día
Demanda neta a Lámina neta	2.45 mm/día
Demanda bruta a Lámina bruta	10.14 mm/día
Caudal max (Q)	2.83 m3/seg
EFICIENCIA DE DISTRIBUCION	0.81
EFICIENCIA DE CONDUCCION	0.61
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	0.49
Eficiencia total	<b>0.24</b>

**CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION**

**2.83 m3/s**

Fuente: Autoridad propia

#### 4. HARGREAVES

**Tabla N° 19:**

*Método Hargreaves*

##### A.- EVAPOTRANSPIRACION

FACTORES METEOROLÓGICOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1.- NUMERO DE DIAS DEL MES (DM)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
2.- FACTOR MENSUAL DE LATITUD (MF)	2.51	2.24	2.08	1.93	1.93	1.75	1.86	2.05	2.21	2.44	2.42	2.51
3.- TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (TMF) °F	74.65	76.72	76.52	72.37	71.40	68.68	66.14	65.38	65.64	66.60	67.46	71.00
4.- FACTOR DE CORRECCION DE LA HUMEDAD RELATIVA (CH)	0.66	0.58	0.75	0.58	0.75	0.58	0.58	0.66	0.58	0.58	0.75	0.75
5.- FACTOR DE CORRECCION PARA LA LATITUD (CE)	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
6.- HUMEDAD RELATIVA (HR) %	92.00	93.00	91.00	93.00	91.00	93.00	93.00	92.00	93.00	93.00	91.00	91.00
7.- ETP CORREGIDO ETP = MF*TMF*CH*CE = mm/mes	126.30	101.30	120.85	82.32	104.42	70.94	72.54	90.59	85.64	96.05	124.05	135.25

##### B.- CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

DESCRIPCION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1.- DISTRIBUCION Y AREA DE LOS CULTIVOS												
CULTIVOS BASE (ha)    % Area												
CAÑA DE AZUCAR    727.35    30.17	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35	727.35
FRIJOL COMUN      63.834    2.65	-	63.83	63.83	63.83	63.83	-	-	-	63.83	63.83	63.83	63.83
FRUTALES COMUN    202.85    8.42	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85	202.85
HORTALIZAS COMUN 77.411    3.21	77.41	77.41	77.41	77.41	-	-	-	-	77.41	77.41	77.41	77.41
MAIZ AMARILLO DUR 114.96    4.77	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96	114.96
PALTOS COMUN      19.573    0.81	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57	-	19.57	19.57	19.57	19.57	19.57
PASTOS COMUN      37.05     1.54	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05
PIÑA COMUN        1005.3    41.70	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32	1,005.32
YUCA COMUN        162.28    6.73	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28	162.28
TOTAL												
Area de cultivos base " B " (1ª campaña)	2,184.51	2,248.35	2,248.35	1,165.61	1,165.61	1,101.78	1,082.21	967.25	1,108.49	1,108.49	1,108.49	1,108.49
Area de cultivos en rotación " R " (2ª campaña)				77.41	-	-	-	134.53	134.53	134.53	134.53	134.53

2.- RESUMEN AREA TOTAL CULTIVADO POR MES (Has)	2,184.51	2,248.35	2,248.35	1,243.02	1,165.61	1,101.78	1,082.21	1,101.78	1,243.02	1,243.02	1,243.02	1,243.02
3.- Kc x DESARR. CULT PER. VEG												
CAÑA DE AZUCAR 12	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.55	0.55	0.75
FRIJOL COMUN 8	-	0.85	0.85	0.85	0.85	-	-	-	0.85	0.55	0.55	0.75
FRUTALES COMUN 12	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.70	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.90
HORTALIZAS COMUN 8	0.90	0.35	0.35	0.35	-	-	-	-	0.35	0.35	0.71	0.90
MAIZ AMARILLO DURO 12	0.30	0.30	0.30	0.65	0.90	0.90	0.90	0.90	0.30	0.65	0.90	0.90
PALTOS COMUN 11	0.40	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85	-	0.40	0.70	0.90	0.90	0.85
PASTOS COMUN 12	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
PIÑA COMUN 12	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
YUCA COMUN 12	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30	0.30	0.80	0.80	0.30
	<b>0.68</b>	<b>0.71</b>	<b>0.71</b>	<b>1.24</b>	<b>1.32</b>	<b>1.40</b>	<b>1.39</b>	<b>1.30</b>	<b>1.17</b>	<b>1.13</b>	<b>1.17</b>	<b>1.25</b>
4.- ETP ( mm/mes)	126.30	101.30	120.85	82.32	104.42	70.94	72.54	90.59	85.64	96.05	124.05	135.25
5.- EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR=Kc*ETP) mm/mes	85.41	71.66	85.79	101.91	138.01	99.56	101.16	118.07	100.18	108.41	145.66	168.70
EVAPOTRANSPIRACION REAL (ETR=Kc*ETP) mm/día	2.76	2.56	2.77	3.40	4.45	3.32	3.26	3.81	3.34	3.50	4.86	5.44
6.- PRECIPITACION EFECTIVA (PE) mm/mes												
Precipitación al 75% de ocurrencia en mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.- DEMANDA NETA (Dn = ETR - Pe) mm/mes	85.41	71.66	85.79	101.91	138.01	99.56	101.16	118.07	100.18	108.41	145.66	168.70
DEMANDA NETA (Dn) mm/día	2.76	2.56	2.77	3.40	4.45	3.319	3.26	3.81	3.34	3.50	4.86	5.44
	0.68	0.71	0.71	1.24	1.32	1.40	1.39	1.30	1.17	1.13	1.17	1.25
Eficiencia de riego	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
8.- DEMANDA BRUTA (Db = Dn/Ef) mm/mes	352.76	295.96	354.36	420.95	570.04	411.21	417.83	487.66	413.79	447.76	601.64	696.79
DEMANDA BRUTA (Db) mm/día	11.38	10.57	11.43	14.03	18.39	13.71	13.48	15.73	13.79	14.44	20.05	22.48
9.- MODULO DE RIEGO (Mr = Q/Ha) l/s/ha	1.32	1.22	1.32	1.62	2.13	1.586	1.56	1.82	1.60	1.67	2.32	2.60
<b>10. CAUDAL REQUERIDO (Q = Mr/Ha) l/s</b>	<b>2,877.15</b>	<b>2,750.61</b>	<b>2,974.62</b>	<b>2,018.70</b>	<b>2,480.75</b>	<b>1,747.94</b>	<b>1,688.25</b>	<b>2,006.02</b>	<b>1,984.39</b>	<b>2,078.00</b>	<b>2,885.25</b>	<b>3,233.77</b>
Fuente: Elaboración Propia	2.88	2.75	2.97	2.02	2.48	1.75	1.69	2.01	1.98	2.08	2.89	3.23

#### Datos de diseño

Etc (aj)	5.44 mm/día
Kc	1.25
Etp(aj)	4.36 mm/día
Demanda neta o Límina neta	5.44 mm/día
Demanda bruta o Límina bruta	22.48 mm/día
Caudal max (Q)	3233.77 l/seg
EFICIENCIA DE DISTRIBUCION	0.81
EFICIENCIA DE CONDUCCION	0.61
EFICIENCIA DE APLICACIÓN	0.49
Eficiencia total	<b>0.24</b>

#### CAUDAL REQUERIDO EN LA CAPTACION

<b>13357 l/s</b>	<b>48084 m<sup>3</sup>/ha</b>
------------------	-------------------------------

Fuente: Autoridad propia

#### 4.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DE LA BOCATOMA

Antes de iniciar el análisis de la estructura bajo condiciones normales y excepcionales, se procede a dimensionar y establecer un modelo adecuado de la bocatoma, que se emplazará en la ribera del Río moche.

Tabla de Valores Para el Cálculo del Coeficiente de Rugosidad

N0	0,028
N1	0,020
N2	0,015
N3	0,025
N4	0,005
N5	1,15

N2	Variaciones de sección transversal	
	Gradual	0,000
	Ocasionalmente alternante	0,005
	Frecuentemente alternante	0,010 - 0,015
N3	Nivel de obstrucciones	
	Despreciable	0,000
	Menor	0,010 - 0,015
	Apreciable	0,020 - 0,030
	Severo	0,040 - 0,060
N4	Presencia de vegetación	
	Baja	0,005 - 0,010
	Media	0,010 - 0,020
	Alta	0,025 - 0,050
	Muy alta	0,050 - 0,100
N5	Cantidad de meandros	
	Menor	1,000
	Apreciable	1,150
	Severa	1,300

Rugosidad del cauce :

N 0,1069

Conforme Calcular Nuevo Imprimir

**Imagen N°23:** *Cálculo del Coeficiente de Rugosidad*

**Fuente:** *Autoridad propia*

La rugosidad del río permitirá determinar las pérdidas de carga a lo largo de todo el lecho, este valor influirá al momento de encontrar los parámetros tales como el Tirante o espejo de agua. Para esto se hizo uso del Software Bocatomas, cuyo autor es el Ingeniero Javier Luque Luque, además se empleó el software H canales cuyo autor es el Ing. Máximo Villon.

**Finalmente se halló la rugosidad del Río cuyo valor es 0.1069**

**Ingreso de datos:**  
**Nota:** Una vez que digite el dato, presionar ENTER

**Datos:**

Pendiente (S):  m/m

Coefficiente de rugosidad (n):

Profundidad en el margen (ho):  m

Tramo	L (m)	h (m)
1	6.7	1.4
2	9.5	1.2
3	7.5	1.6
4	6.5	1.5
5	9.5	1.7
6	6.0	1.5
7	1.5	1.54
8	3.0	0.7
[?]		

**Esquema de ingreso de datos:**

**Resultados:**

Caudal total (Q):  m<sup>3</sup>/s    Velocidad (v):  m/s

Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>    Espejo de agua (T):  m

Perímetro mojado (p):  m    Numero de Froude (F):

Radio hidráulico (R):     Tipo de flujo:

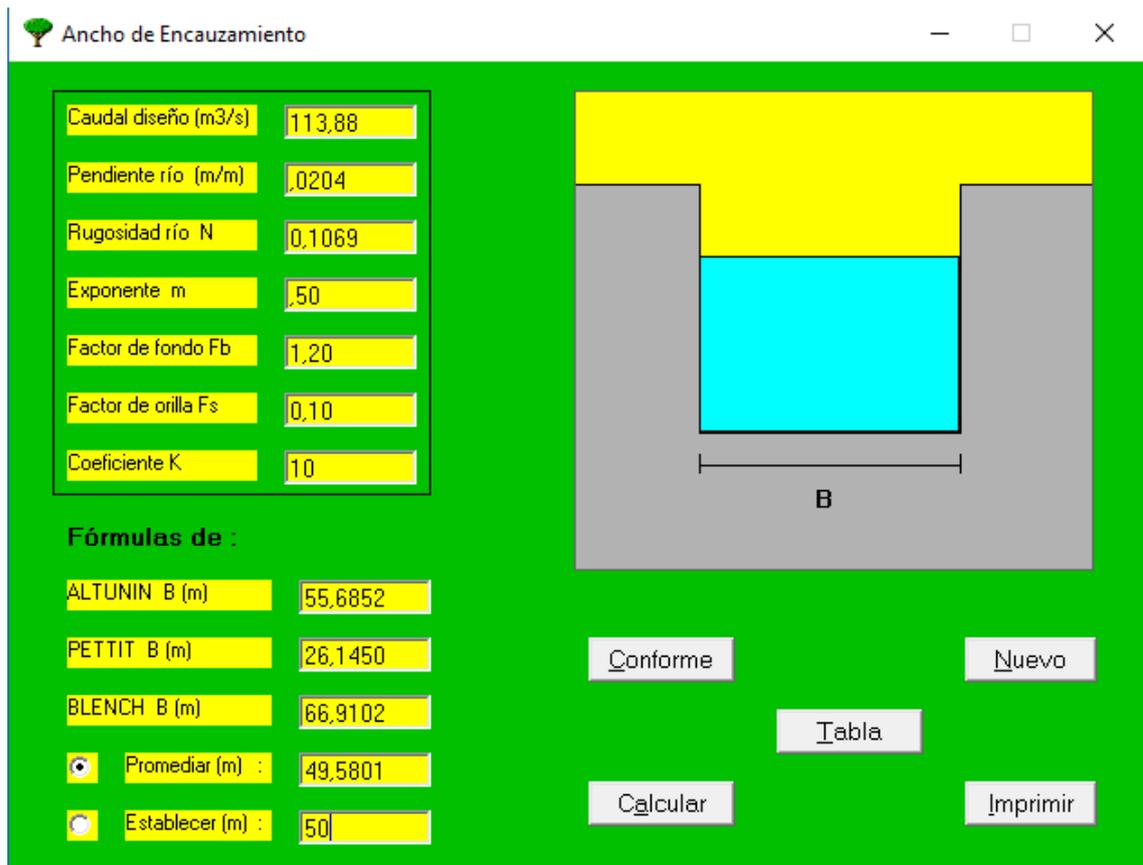
  
   
   
   

Ejecuta las operaciones    09:58    15/04/2018

**Imagen N°24:** Cálculo del caudal en una sección natural

**Fuente:** Autoridad propia

Debido a que no se conoce con exactitud el caudal del río que transcurre actualmente bajo condiciones normales, se procede a hallarlo ingresando la altura del tirante a lo largo de la sección en donde inicia la topografía. **Con este procedimiento encontramos que el caudal es de 113.88 m<sup>3</sup>/s**



**Imagen N°25:** *Cálculo del ancho estable del río*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Posteriormente hallamos el ancho estable del río, calculamos este valor haciendo hincapié de que el río se está evaluando bajo un comportamiento normal, es decir que no se está considerando máximas avenidas.

Se procede a ingresar el caudal requerido, pendiente del río, rugosidades, entre otros parámetros para la obtención de un ancho estable, que no es más que el ancho recomendado para que el comportamiento hidráulico del Río en estudio sea el adecuado; el parámetro que se elige para este caso siempre será el que mejor se adapte a las características del lecho del Río en estudio.

**En este caso el Ancho estable se estableció en 50 m**, lo cual es válido pues el ancho del río en promedio tiene esta longitud.

#### 4.4.1 CÁLCULO DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL LECHO DEL RÍO

En este tópico se encontrarán diferentes parámetros correspondientes al lecho del río y que se relacionan directamente con su comportamiento hidráulico.

##### Cálculo De Las Características Hidráulicas De La Captación.

The screenshot shows a software window titled "Dimensionamiento de Ventana de Captación". It features a green background and contains the following elements:

- Input Fields (Left Column):**
  - Ángulo de ingreso  $a$  en grados: 27
  - Ángulo de derivación  $b$  en grados: 61
  - Ángulo de desviación  $c$  en grados: 0
  - Ángulo de inclinación  $w$  en grados: 90
  - Caudal de derivación  $Q_d$  (m<sup>3</sup>/s): 4,14
  - Ancho de ventana  $b$  (m): 1,42
  - Número de ventanas: 2
  - Diámetro de rejillas  $d$  (cm): 1,27
  - Espaciamiento de rejillas  $e$  (cm): 10
- Diagram (Center):** A schematic of a rectangular window with four vertical bars. Dimensions are labeled:  $d$  (bar diameter),  $e$  (bar spacing),  $b$  (total width), and  $h$  (height).
- Output Fields (Right Column):**
  - Altura inicial de la ventana (m): 0,9811
  - Corrección pérdida de carga (m): 2,5770E-02
  - Altura final de la ventana  $h$  (m): 1,0069
  - Ancho final de la ventana  $b$  (m): 1,42
- Buttons (Bottom):** "Conforme", "Nuevo", "Calcular", and "Imprimir".

**Imagen N°26:** Dimensionamiento de Ventana de Captación

**Fuente:** Autoridad propia

En esta sección obtenemos las dimensiones de las ventanillas de captación y la cantidad de estas que serían necesarias para abastecer el caudal necesario proyectado. Sin embargo, este caudal es referencial, pues no se está considerando que se está derivando desde el desarenador un canal de purga que se encuentra activo en todo momento; por esta razón se procede a hacer el ajuste del caudal necesario para

captar, en lo que esto sucede, realizaremos el análisis del desarenador necesario para la estructura de captación.

### **CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR**

Ya que el desarenador es una de las estructuras más importantes que componen nuestra bocatoma, hacemos énfasis en el diseño del mismo, tratando cuidadosamente el cálculo de sus dimensiones, tales como profundidad y longitud de la poza, cuyos valores son quienes definirán el buen desempeño del mismo. Por otro lado, aquí definiremos si se trata de un desarenador de purga continua o intermitente.

### **CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE FLUJO EN EL ESTANQUE**

Para el cálculo de la velocidad consideraremos tres metodologías diferentes

#### **Thomás R. Camp.**

$$V = a\sqrt{d}$$

Se determina mediante la fórmula de Camp; y se comprende de 0,20 a 0,60 m/s

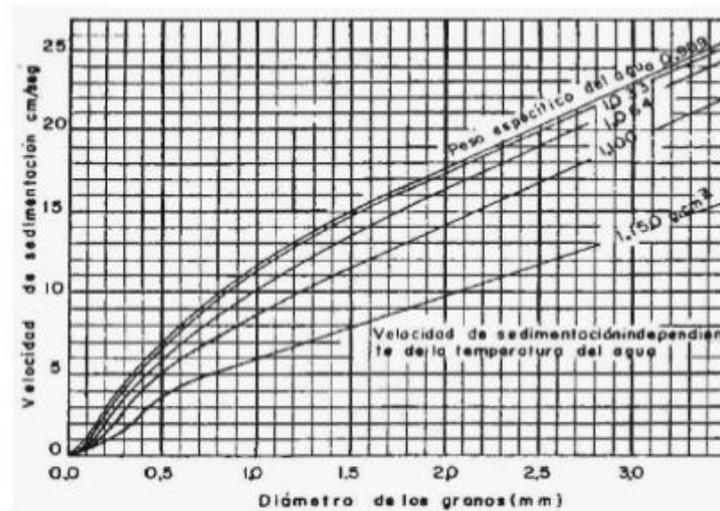
a	d(mm)
51	<0.1
44	0.1-1
36	>1

#### **Cuadro de Partículas según diámetro (Camp, 1996)**

a=	44
d=	0.5
V=	0.311 m/s

Finalmente, la velocidad obtenida es de 0.31 m/s

## Sudry E.



Experiencias de Sudry

### Diagrama de Sudry (E Sudry, 1986)

Cálculo de la velocidad de caída en aguas tranquilas.

$$w = k\sqrt{d(ps - 1)}$$

w= velocidad de sedimentación (m/s)  
d= diámetro de las partículas(mm)  
ps= Peso específico del material (gr/cm3)  
K= Constante que varía de acuerdo con la forma y naturaleza de los granos

d= 0.50  
ps= 1.65  
k= 1  
w= 0.570 m/s

Finalmente, la velocidad Obtenida es 0.57 m/s

### Scotti - foglieni

$$w = 3.8\sqrt{d} + 8.3d$$

w= 0.310 m/s

Finalmente, la velocidad obtenida es 0.31 m/s

Cuadro Resumen de Velocidades Obtenidas:

Metodología	Velocidad(m/s)
Camp	0.311
Sudry	0.570
Scoti foglieni	0.310

Debido a que las velocidades obtenidas son similares, entonces asumimos que en promedio la velocidad sería de **0.397 m/s**.

### LONGITUD DE POZA DE SEDIMENTACIÓN

Por Definición:

$$Q = b * h * v \text{ - - - ancho del desarenador}$$

$$b = \frac{Q}{k*v}$$

Tiempo de caída:

$$w = \frac{h}{t} \rightarrow t = \frac{h}{w} \qquad L = \frac{hv}{W}$$

Tiempo de sedimentación:

$$v = \frac{L}{t} \rightarrow t = \frac{L}{v}$$

De donde:

$$L = \frac{hv}{w}$$

Sin embargo considerando los efectos retardarios de turbulencia; con el agua en movimiento la velocidad de sedimentación es menos, es decir será  $w-w''$ ; donde  $w''$  es la reducción de velocidad por efectos de la turbulencia.

Finalmente:

$$L = \frac{hv}{W - W''}$$

Antes de seguir dimensionando la Poza en cuanto a longitud se refiere, primero debemos tener en cuenta el efecto de la turbulencia en la pérdida de velocidad.

**W" Según Eguiazaroff:**

$$W'' = \frac{V}{5.7 + 2.3h}$$

La profundidad de la poza se considera de 1.5 a 4 m recomendable, sin embargo, para ser conservadores, estableceremos la profundidad en 2.5m

$$\begin{aligned} W'' &= 0.0347 \text{ m/s} \\ H &= 2.5 \text{ m} \end{aligned}$$

**Según Levin y Bestelit:**

$$W'' = a \cdot v$$

$$a = \frac{0.312}{\sqrt{h}}$$

$$W'' = 0.0784 \text{ m/s}$$

Finalmente, W" podría considerarse como el promedio de ambos métodos, que es **0.057 m/s**

Volviendo al cálculo de la Longitud de la poza, se tiene que considerar que en cálculo de desarenadores de bajas velocidades; se puede realizar una corrección; mediante el coeficiente **K** que varía de acuerdo a las velocidades de escurrimiento en el estanque:

Velocidades de escurrimiento (m/s)	K
0.2	1.25
0.3	1.5
0.5	2

Cuadro de **K** en función a la velocidad de escurrimiento (García F. Manuel, 1997)

$$L = K \frac{hv}{w}$$

L= 12.59 m

$$L = \frac{hv}{W - W''}$$

L= 7.34 m

Finalmente, se podría tomar un promedio de ambos métodos obteniendo un **L= 9.96m**

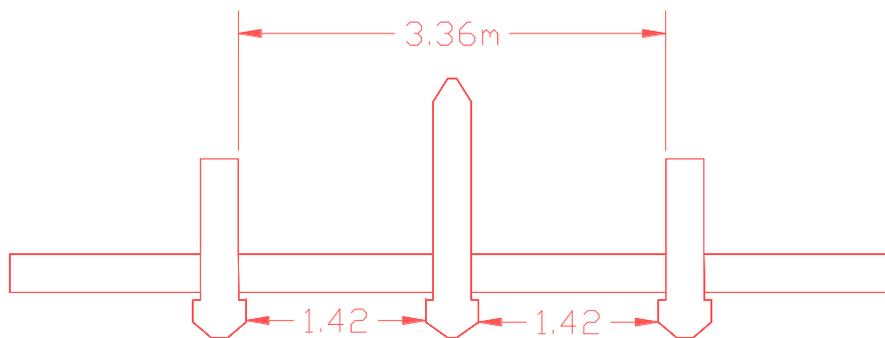
### CÁLCULO DEL ANCHO DEL DESARENADOR

$$b = \frac{Q}{Hv}$$

Teniendo en cuenta que el Caudal a captar es 4.14 m<sup>3</sup>/s

Q=	4.14 m <sup>3</sup> /s
b=	1.656 m

Sin Embargo, el ancho del canal de derivación es de 3.36m debido al diseño que corresponde según sus ventanas de captación y muros de encausamiento.



Vista en planta del diseño propuesto para las ventanas de captación

Por lo tanto, el ancho del desarenador será de 3.36 m

**EL TIEMPO DE SEDIMENTACIÓN**

$$t = \frac{h}{w}$$

T= 7.340 s

**VOLUMEN DE AGUA CONDUCIDO EN ESE TIEMPO:**

$$V = Qxt$$

V= 30.386 m<sup>3</sup>

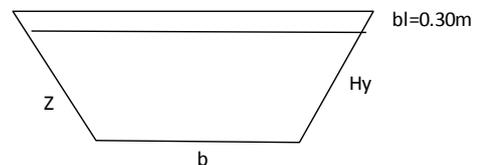
**VERIFICAMOS LA CAPACIDAD DEL TANQUE**

$$V = bxhxL$$

V= 41.255 m<sup>3</sup>

Sin embargo, se recomienda usar una sección trapezoidal

$$A = (B + Hy * Z)xh \quad T = B + 2ZHy$$



| | |

Z= 0.5  
 B= 3.36 m  
 Area= 11.53 m<sup>2</sup>  
 L= 9.96 m  
**V= 114.85 m<sup>3</sup>**

Hy= 2.5 m  
**T= 5.86 m**

**CÁLCULO DE LA LONGITUD DE TRANSICIÓN**

Se emplea la fórmula de Hind.

$$L_t = \frac{T_1 - T_2}{2 * tg(22.5^\circ)}$$

T canal= 3.36 m  
 Lt= 3.02 m

## DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL DE LIMPIA

Vol. Desard.	114.8453082 m <sup>3</sup> .
Vcl asum.	3 (3/5) m/s.
Acl	1.699014745 m <sup>2</sup> .
z	0.5
Q cap	4.14

El tiempo de evacuación del contenido del desarenador

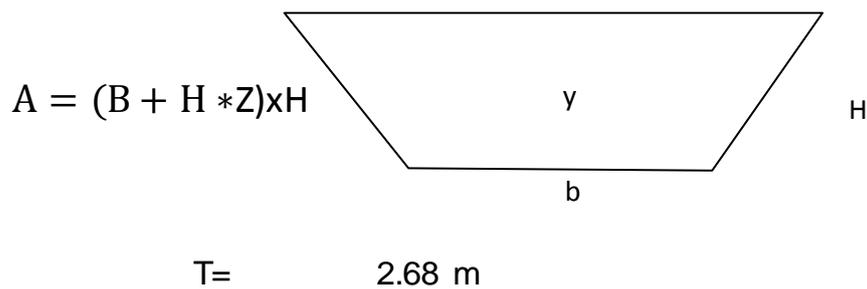
Tiempo Evac.	2 min. (5-15)
y=	0.877 m.
<b>b=</b>	<b>1.5 m.</b>

En función de estos parámetros encontramos la base adecuada que sería 1.5 m

**El caudal del canal de Limpia también soportará el caudal de captación por si existe en algún momento una obstrucción del canal de derivación y no se sature la bocatoma.**

Qcanal=	5.097 m <sup>3</sup> /s
bl bord libre=	0.30 m
<b>h=</b>	<b>1.18 m</b>

Finalmente, determinamos la altura en **1.18m**, que incluye el borde libre de **0.30m**



**El espejo de Agua es 2.68 m**

### Cálculo De Las Dimensiones De La Compuerta De Lavado

Nuestra bocatoma contará con una compuerta de lavado ubicada estratégicamente; cuyas dimensiones estarán definidas por los siguientes parámetros:

$$Q = C_d * A_o * \sqrt{2 * g * h}$$

$$Q_{comp} = 0.957 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_d = 0.6$$

$$A_o = 0.23 \text{ m}^2$$

$$h = 0.34 \text{ m}$$

$$b = 0.68 \text{ m}$$

Finalmente, si establecemos la base en 1.50m, para homogenizar la sección con el canal de limpia, entonces obtendremos una altura de 0.45m

### PROFUNDIDAD DE RECOLECCIÓN

No se considera una profundidad de recolección.

La Cantidad de sedimento a retener depende del transporte de sedimentos anual; sin embargo, no se han encontrado registros de investigaciones sobre el transporte de **sedimentos anual** en el río poroto; debido a esto se tomó la decisión de establecer que este es un desarenador de lavado continuo; es decir que en todo momento se encuentra en operación.

**De manera que el caudal que se ha obtenido para el canal de limpia, de debe tener en cuenta al diseñar las ventanillas de captación**

$$Q_{cap} = 4.140 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{limpia} = 0.957 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{fcap} = 5.097 \text{ m}^3/\text{s}$$

## DIMENSIONAMIENTO DEL VERTEDERO DE DEMASÍAS

EL Vertedero de demasías protegerá nuestro canal en caso de obstrucción o de máximas avenidas, por lo que hay que suponer que todo el canal captado pasará por aquí, por lo tanto, se diseña empleando este criterio.

<b>Longitud</b>	<b>1.50</b> m	g=	9.80
Coef de Descarga	2.10	u=	0.71
H=	0.04 Q <sup>3/2</sup>		

H1 =	0.25
Q max	5.10
<b>H2 =</b>	<b>0.66</b>

Finalmente obtenemos las dimensiones del Vertedero: Ancho=1.50m y altura = 0.66m considerando incluyo los 0.25m de borde libre.

## REAJUSTE DE LAS DIMENSIONES EN LA VENTANA DE CAPTACIÓN

Una vez realizado el análisis anterior; el caudal del canal de purga se adicionará al caudal a captar, realizando esto se procede a recalcular las dimensiones de la ventanilla de captación.

Angulo de ingreso a en grados	27
Angulo de derivación b en grados	61
Angulo de desviación c en grados	0
Angulo de inclinación w en grados	90
Caudal de derivación Qd (m3/s)	5.09
Ancho de ventana b (m)	1.42
Número de ventanas	2
Diámetro de rejillas d (cm)	1.27
Espaciamiento de rejillas e (cm)	10

Conforme      Calcular

Nuevo      Imprimir

Altura inicial de la ventana (m)	1.1260
Corrección pérdida de carga (m)	2.7607E-02
Altura final de la ventana h (m)	1.1536
Ancho final de la ventana b (m)	1.42

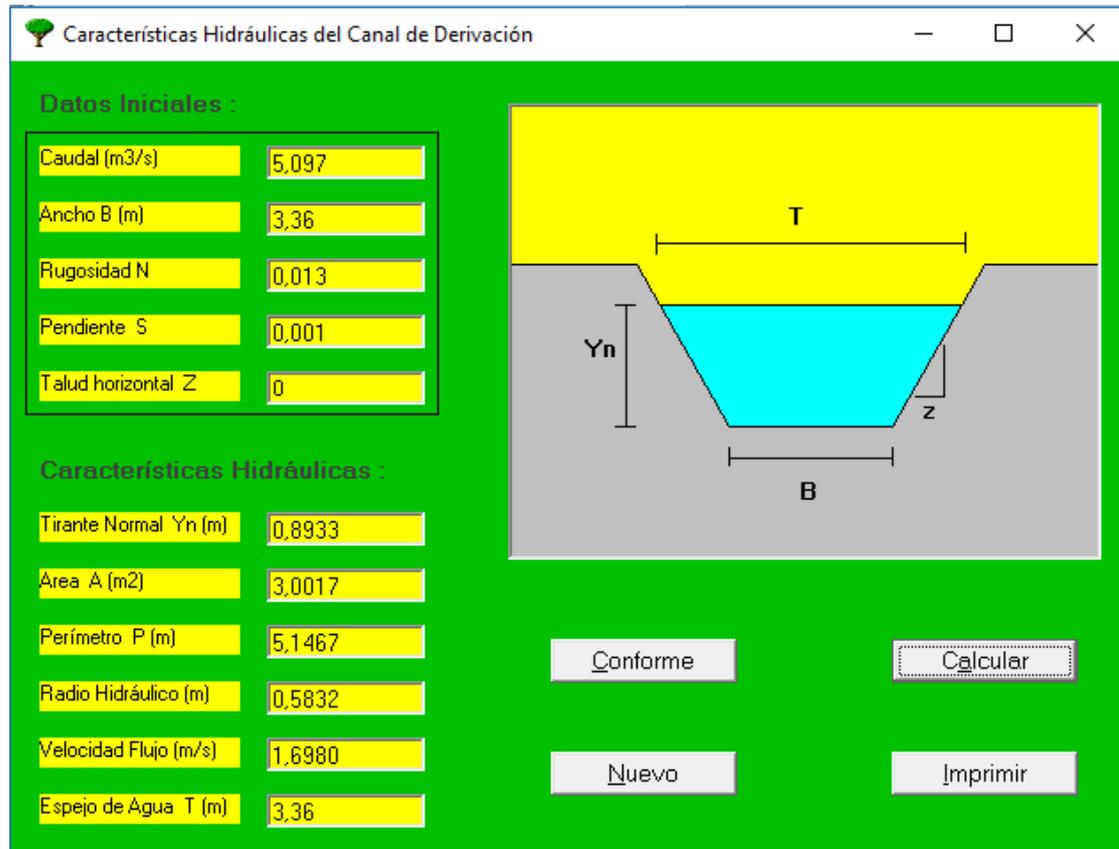
**Imagen N°27:** Reajustes de las dimensiones de la ventana de captación

**Fuente:** Autoridad propia

Tal como se puede apreciar, la altura de la ventana de captación se ha modificado por el cambio de caudal y ahora es de 1.13m, la cual se empleará de ahora en adelante.

**Por fines prácticos se puede emplear 1.15m**

### CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL CANAL DE DERIVACIÓN



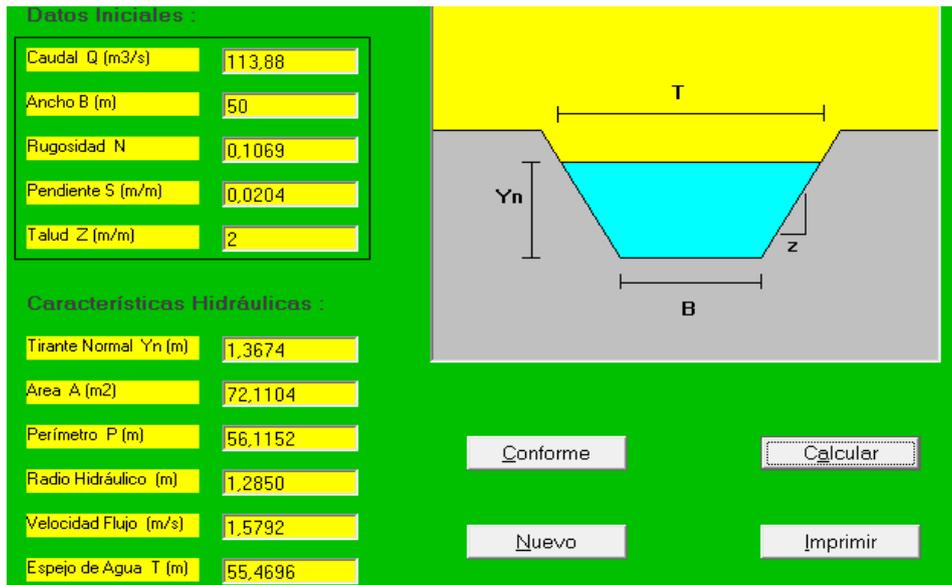
**Imagen N°28:** *Características Hidráulicas del Canal de Derivación*

**Fuente:** *Autoridad propia*

En esta parte del procedimiento se tiende a dimensionar el canal de derivación tal como se muestra en el gráfico anterior.

Las transiciones de entrada y salida de este canal hacia el desarenador han sido consideradas dentro del cálculo de dicha estructura Ítems arriba.

## CÁLCULO DEL TIRANTE NORMAL DEL RÍO



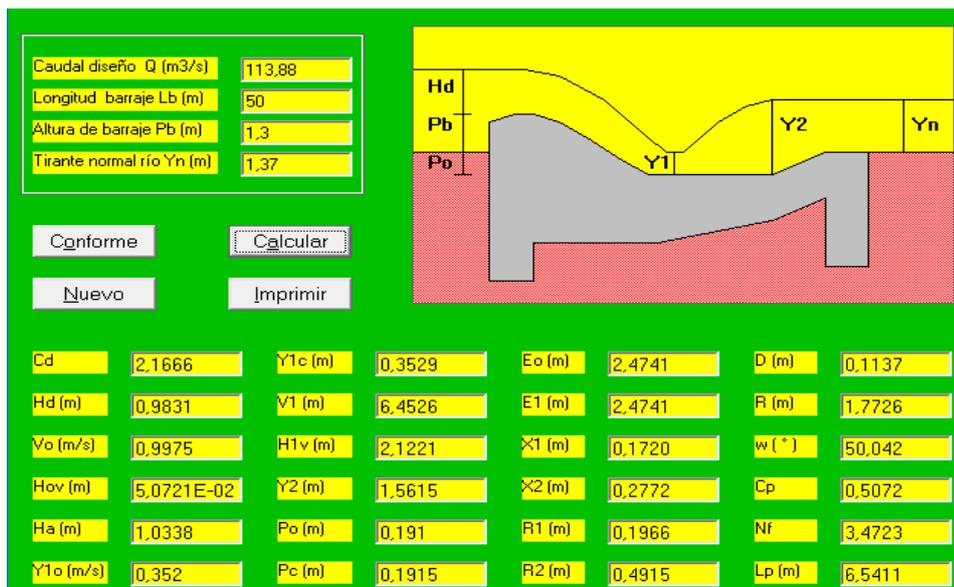
**Imagen N°29:** Características Hidráulicas del Cauce del Río

**Fuente:** Autoridad propia

Con el Software Bocatomas, procedemos a calcular el tirante Normal del río, este parámetro nos ayudará también a encontrar las dimensiones adecuadas para el Barraje.

**El Tirante Normal, se estableció en 1.37**

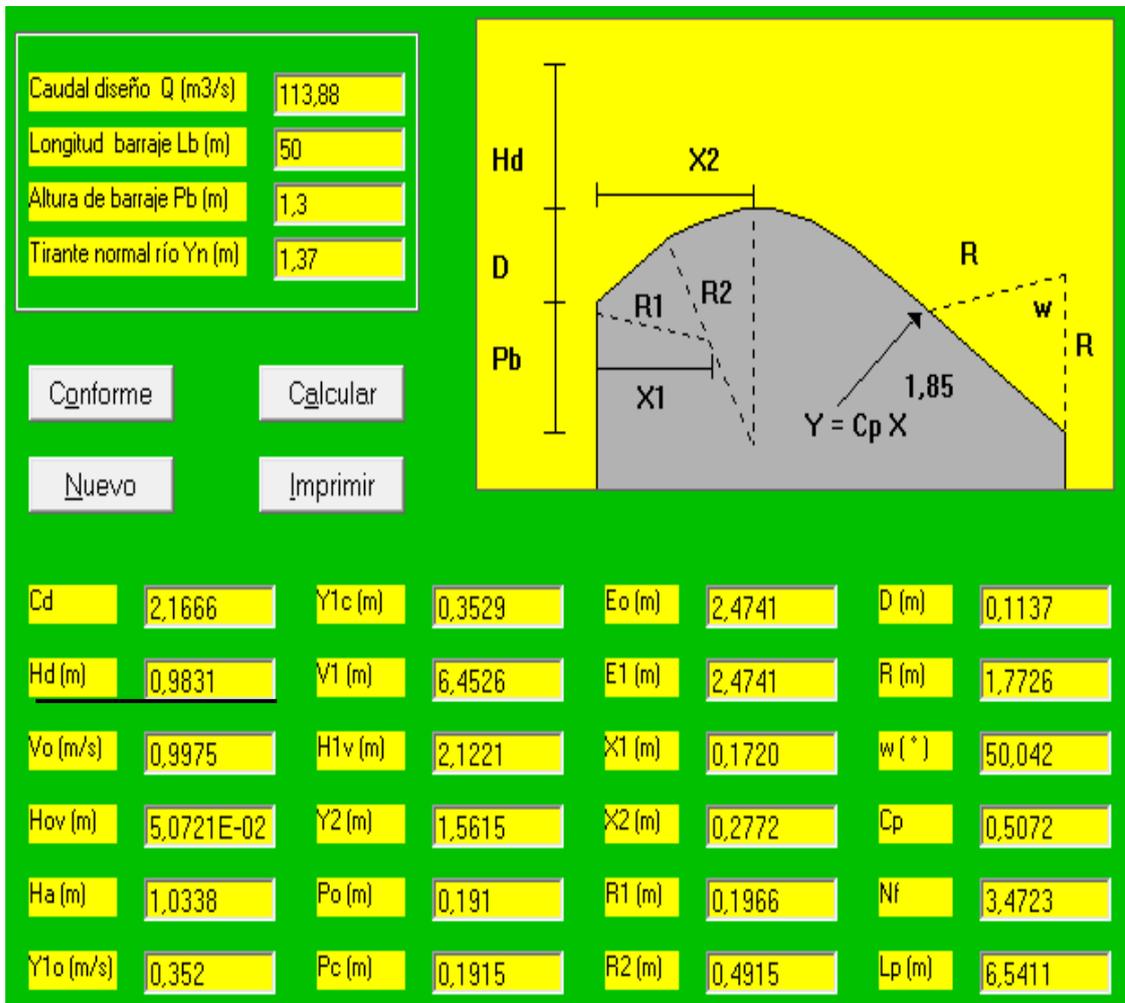
### DIMENSIONAMIENTO DEL BARRAJE:



**Imagen N°30:** Dimensionamiento del Barraje

**Fuente:** Autoridad propia

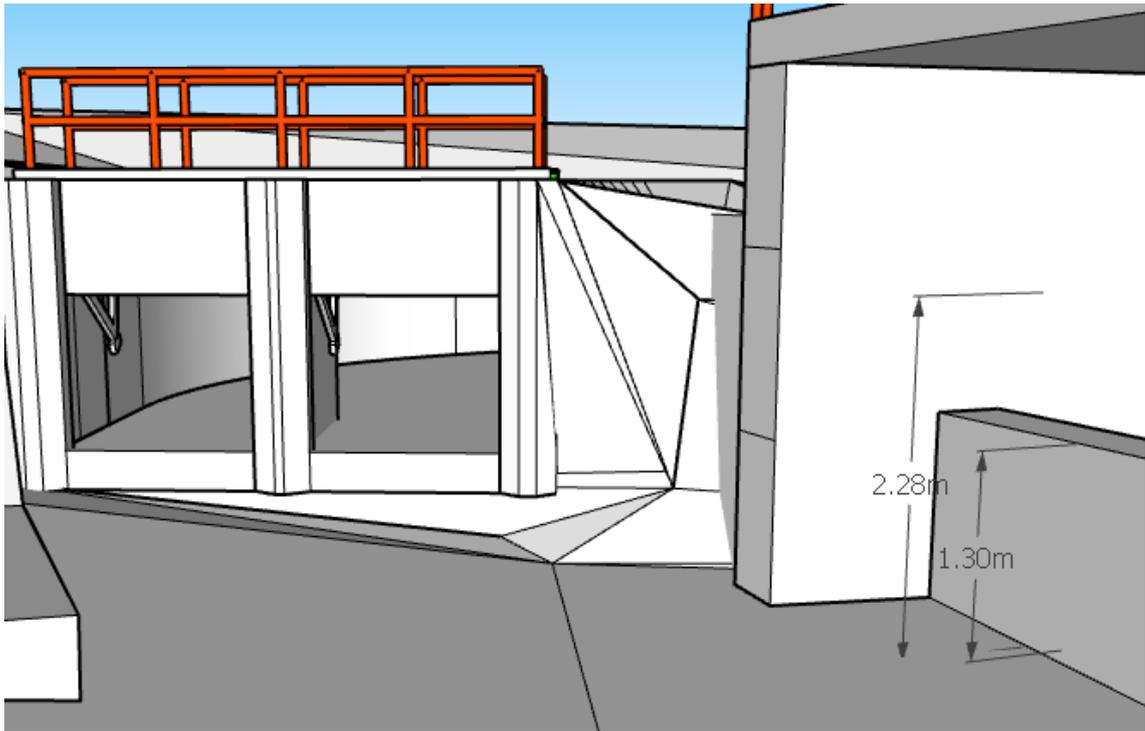
El dimensionamiento del barrage se hizo de tal manera que se considere una altura de barrage de 1.30m.



**Imagen N°31: Barraje Tipo Creager**

**Fuente:** Autoridad propia

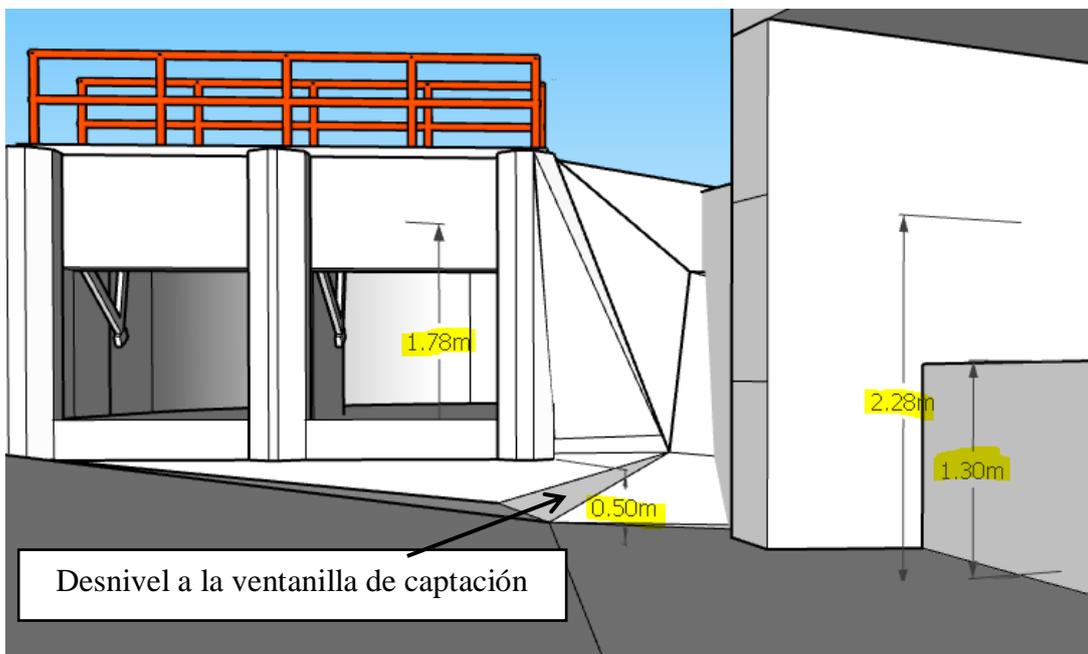
El tipo de barrage considerado para esta estructura es un barrage de Tipo **creager**, el cual es recomendado debido a la facilidad que tiene para construirse y el mejor comportamiento hidráulico.



**Imagen N°32:** Tirante de 2.28m en el barrage

**Fuente:** Autoridad propia

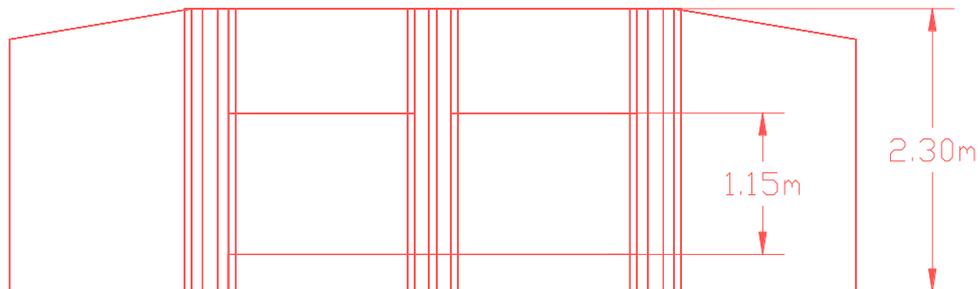
Teniendo en cuenta la Altura del Barraje de 1.30m y la carga sobre la cresta de 0.98m se obtiene un tirante de 2.28m en el barrage.



**Imagen N°33:** La Altura del Tirante de la ventana de captación

**Fuente:** Autoridad propia

Teniendo en cuenta la Diferencia de Cotas entre el fondo del cauce y el emplazamiento de la bocatoma, se tiene como altura de tirante desde el piso de la ventana de captación de 1.78m.



**Fuente:** *Autoridad propia*

Por lo que la Altura de 2.30m suena muy razonable, sin embargo, hay que tener en cuenta, que sucedería si una máxima avenida ocurre, es de esperar que el tirante en la ventana de captación sea mucho mayor, lo que no sabemos aún, es cuánto.

### CÁLCULO DE LA SOCAVACIÓN

Caudal Diseño (m <sup>3</sup> /s)	1916,38
Dm partículas (mm)	140
Pe Material (Kg/m <sup>3</sup> )	1800
Tirante Inicial Y <sub>n</sub> (m)	4,07
Ancho Efectivo B (m)	70
Coefficiente β	1,05
Exponente x	0,27
Coefficiente μ	0,99

**Resultados**

Coefficiente alfa	2,6653
Profundidad Total (m)	5,9878
Profundidad Y <sub>s</sub> (m)	1,9178

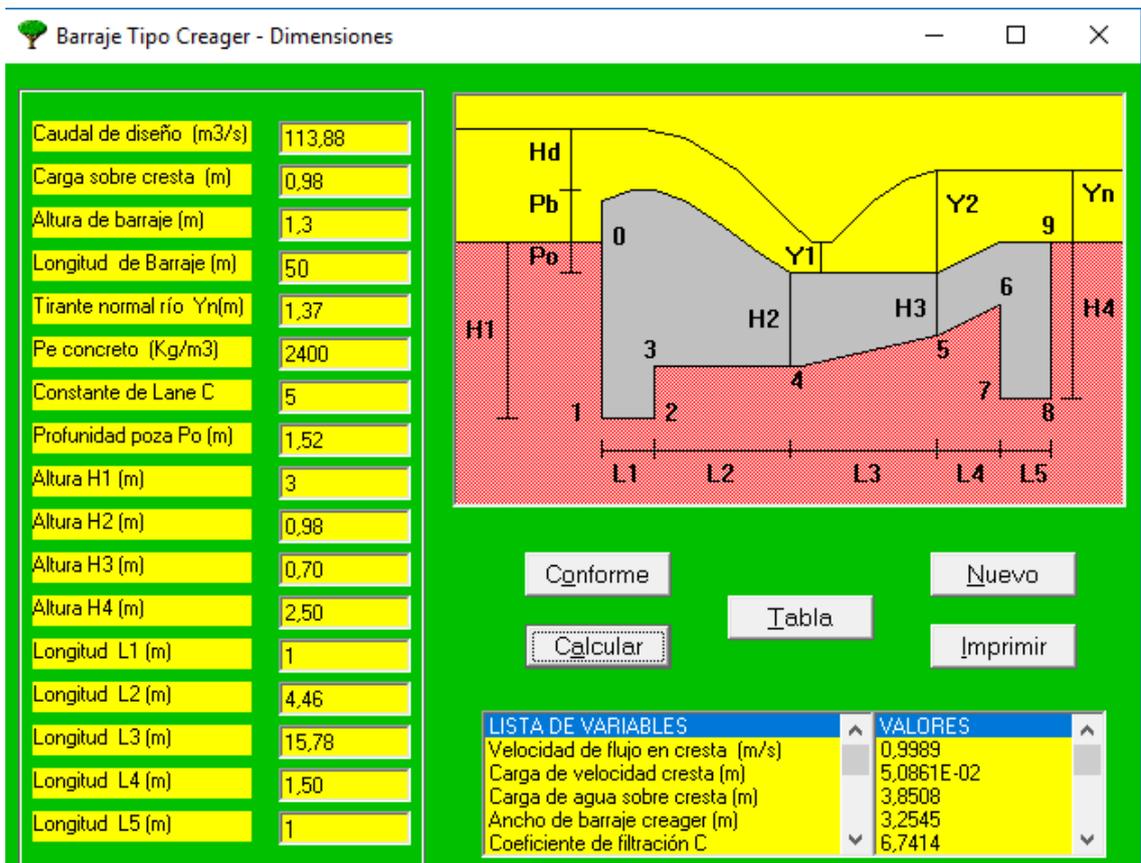
Suelo Granular     Suelo Cohesivo

Botones:

**Imagen N°34:** *Cálculo de la Socavación*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Para el cálculo de la socavación se debe tener en cuenta que se recomienda emplear como dato el caudal obtenido para un periodo de retorno de 500 años, tal como se muestra, el resultado es una profundidad de socavación de 1.92m, el cual se tiene que considerar al momento de dimensionar el barraje.



**Imagen N°35: Dimensiones del Barraje**

**Fuente:** Autoridad propia

Con la profundidad de socavación determinada se procede a realizar por motivos de seguridad de la estructura, una comprobación de las dimensiones adoptadas, en esta parte del proceso se pone a prueba mediante fórmulas empíricas el correcto emplazamiento del barraje en el lecho del río y se comprueba su estabilidad frente a cargas hidráulicas.

#### **4.4.2. COMPORTAMIENTO BAJO CONDICIONES EXCEPCIONALES**

Debido a que siempre existe la posibilidad de que una máxima avenida ocurra, se deben considerar los efectos que esta tendrá sobre las estructuras hidráulicas proyectadas, de modo que se puedan tomar acciones de prevención y protección a tiempo, para esto se debe tener en cuenta que, se diseñarán estructuras adicionales de protección en las riberas del río, y en la misma bocatoma, a continuación, se evaluará los efectos que podría tener una máxima avenida en nuestro proyecto y en qué medida ésta afectará las dimensiones del muro de protección en la ventana de captación

#### **DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO ESTABLE**

Variable	Valor
Caudal diseño (m <sup>3</sup> /s)	757,06
Pendiente río (m/m)	0,0204
Rugosidad río N	0,1069
Exponente m	0,50
Factor de fondo F <sub>b</sub>	1,20
Factor de orilla F <sub>s</sub>	0,10
Coefficiente K	10

Fórmulas de :	Resultado
ALTUNIN B (m)	143,5758
PETTIT B (m)	67,4110
BLENCH B (m)	172,5179

Promediar (m) :

Establecer (m) :

Botones de control:

**Imagen N°36:** Ancho de Encauzamiento

**Fuente:** Autoridad propia

Se procede a determinar el ancho estable para el río, es decir, la longitud recomendable para que su comportamiento sea el más adecuado según un determinado caudal que recibe, en este caso es de **70 m**, no obstante, se recomienda descolmatar el río para tener este ancho en la mayor parte de su longitud.

### DIMENSIONAMIENTO DEL TIRANTE DEL RÍO

**Datos Iniciales :**

Caudal Q (m <sup>3</sup> /s)	757,06
Ancho B (m)	70
Rugosidad N	0,1069
Pendiente S (m/m)	0,0204
Talud Z (m/m)	2

**Características Hidráulicas :**

Tirante Normal Y <sub>n</sub> (m)	3,4568
Area A (m <sup>2</sup> )	265,8762
Perímetro P (m)	85,4593
Radio Hidráulico (m)	3,1111
Velocidad Flujo (m/s)	2,8474
Espejo de Agua T (m)	83,8272

Botones:

**Imagen N°37:** Cálculo del tirante de máxima avenida

**Fuente:** Autoridad propia

Teniendo en cuenta todos los parámetros hallados con anterioridad, se procede a encontrar el tirante más probable en cualquier sección de río en respuesta a una máxima avenida, en este caso hemos obtenido **3.46m** como tirante de máxima avenida.

## ANÁLISIS DE ALTURA DE CARGA SOBRE PERFIL CREAGER

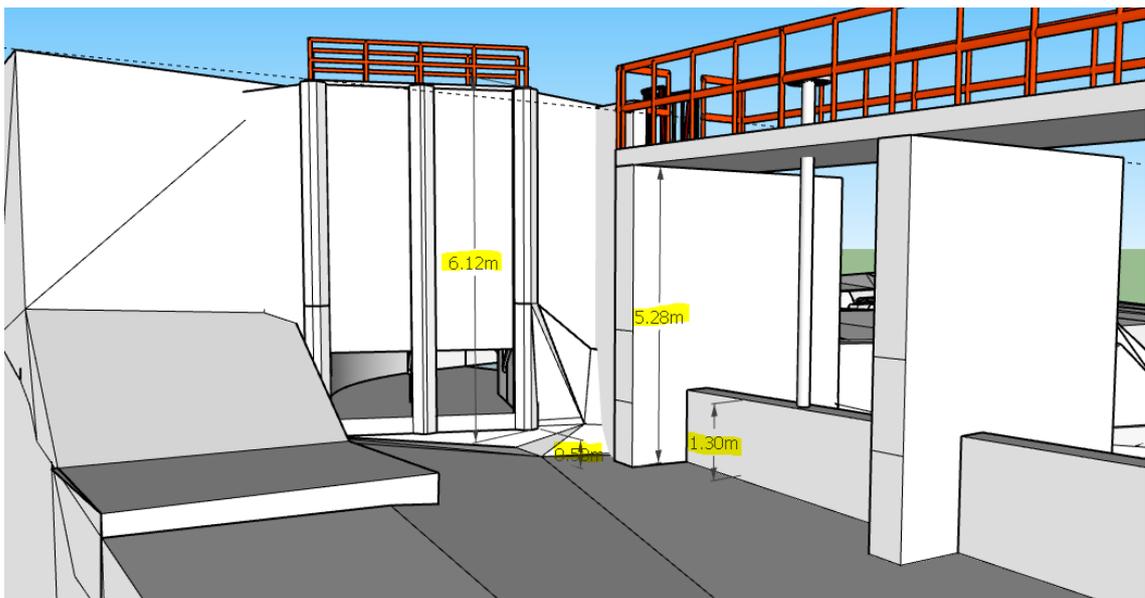
Ecuación de patronamiento típica: (Azevedo N., 1976)

$$Q = 2.2 * L * H^{3/2}$$

Conociendo ya el caudal de Máxima Avenida que es 757,06m<sup>3</sup>/s y la Longitud del Barraje que es de 70m, procedemos a encontrar la altura de la Carga sobre el perfil Creager.

Q=	757.060
L=	70.000
H=	4.916

Resolviendo la ecuación tenemos que **H= 4.91m** de Altura sobre la cresta del perfil Creager en una máxima avenida.

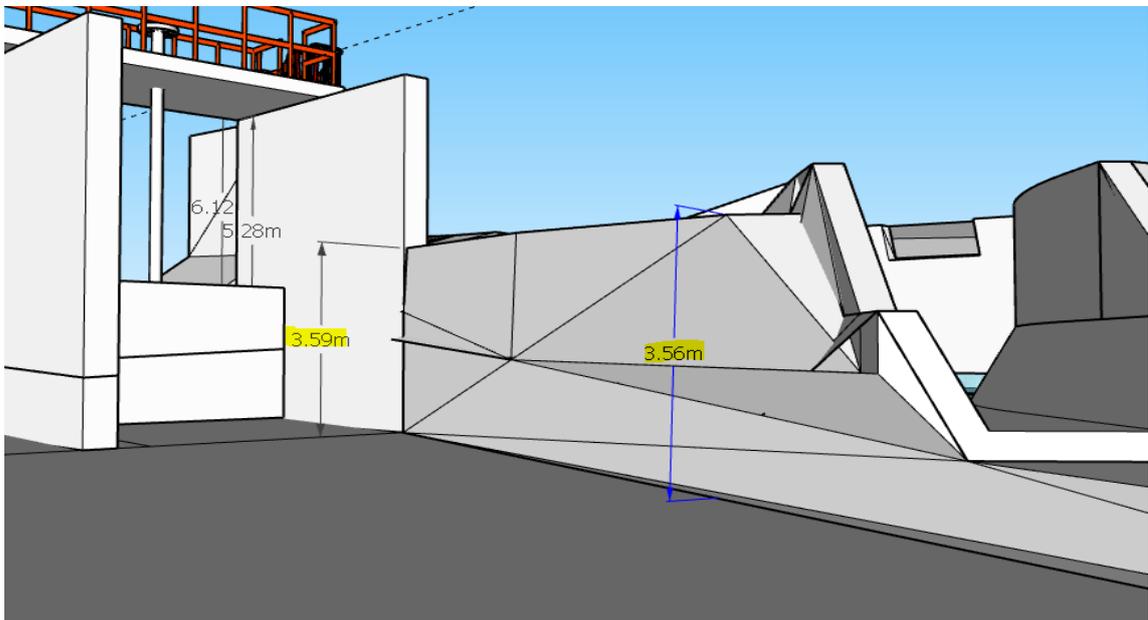


**Imagen N°38:** *Altura del muro de protección de la Bocatoma*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Obtenemos los siguientes resultados para las medidas, suponiendo que una máxima avenida de lugar en un momento inesperado, cuando el Barraje móvil se encuentre en el lecho del río, nos da a lugar establecer que la losa de maniobras se encuentre a 5.28m de altura por encima del nivel del fondo de RÍO, y esto a su vez nos permite

calcular la altura del muro de protección de la bocatoma, que se establece en 6.12m sobre el nivel del lecho del río.



**Imagen N°39:** *Altura de los muros enrocados*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Considerando que el tirante del río frente a una máxima avenida es de 3.45m, evaluamos si la altura de los muros enrocados actuales es suficiente, y llegamos a la conclusión de que lo es, ya que es mayor que el tirante obtenido

### **DIMENSIONAMIENTO DE DEFENSA RIBEREÑA**

Se está considerando una protección para la ribera de la erosión y del desbordamiento del río, por lo tanto, se analizó en qué lugar de la ribera sería necesario colocar una defensa ribereña.

La estructura más adecuada para emplazar en la ribera del RÍO es un enrocado, por razones de economía y procedimiento constructivo, cabe resaltar que el lecho del río es básicamente ROCA.

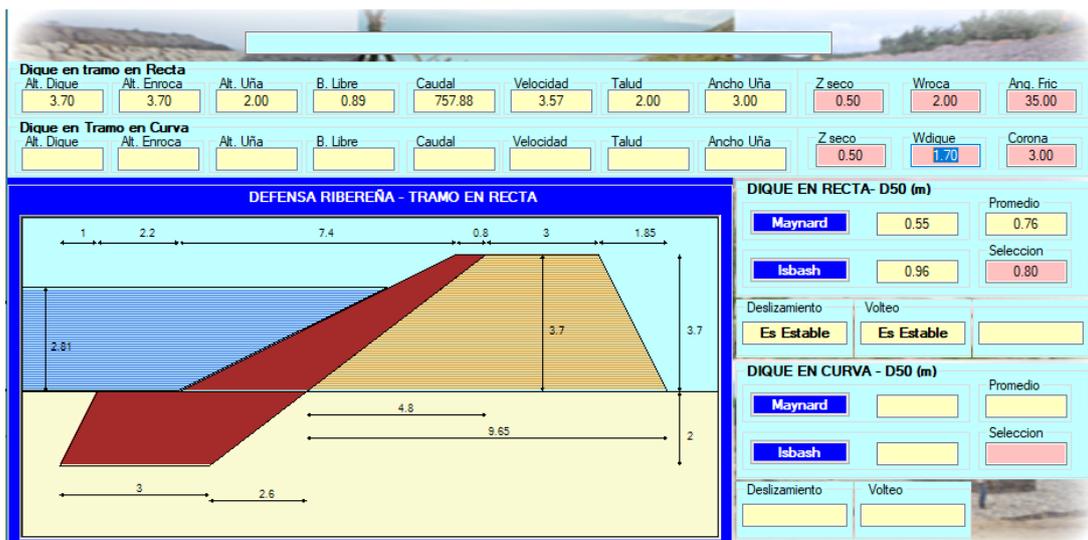
**PROYECTO:** DEFENSA RIBEREÑA ENROCADA EN BOCATOMA POROTO

Información Inicial			Dimensiones del Dique		Diseño Preliminar Sugerido	
Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente	Forma Dique	Tipo de Suelo		
757.88	100.00	0.02040	<input checked="" type="radio"/> Recto <input type="radio"/> Curva	<input checked="" type="radio"/> No Cohesivo <input type="radio"/> Cohesivo		
Ancho Estable del Cauze (B)			Dm (mm)	Radio Curva	D. Recto	
Recomendación Practica			1000.00		D. Curva	
Metodo de Petits			Metodo de U. List Van Levediev			
Metodo de Simons y Henderson			Dique en Recta			
Metodo de Blench y Altunin			Dique en Curva			
Metodo de Manning y Strickler			Tirante de Socavacion (m)			
			1.81			
Seccion Teorica del Cauze			Profundidad de Socavacion (m)			
Plantilla (B)			0.00			
Metodo de Manning			Altura de Uña			
			0.00			
Tirante (Y)	Ancho (T)	Talud (Z)	Altura de Dique			
2.81	81.22	2.00	3.70			
Area (A)	Perimetro	B. Libre (Bl)	Altura Total (m)			
212.17	82.55	0.90	3.70			
Velocidad	Nº Froude	Rugosidad				
3.573	0.681	0.0750				
			Ancho Corona (m)			
			3.00			
			Altura Dique (m)			
			3.70			
			Altura Enrocado			
			3.70			
			Altura Uña (m)			
			2.00			
			Ancho de Uña (m)			
			3.00			
			Altura Total (m)			
			5.70			

**Imagen N°40:** Cálculo del Dique y Enrocado de la Bocatoma

**Fuente:** Autoridad propia

Mediante el Software RIVER EXE, que emplea fórmulas empíricas, se procede a dimensionar la estructura de protección de la ribera tal como se muestra en la imagen anterior. Como resultado Obtenemos la altura total del dique de **5.70m** y la altura del enrocado que también es de **5.70m**



**Imagen N°41:** Dimensionamiento del Dique Enrocado Lateral

**Fuente:** Autoridad propia

Finalmente, el software nos determina una sección de enrocado, considerando todos los parámetros contemplados con anterioridad.

## **DIMENSIONAMIENTO DE CANAL DE RIEGO EN REVESTIDO DE CONCRETO**

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **POROTO** Proyecto: **BOCATOMA DE RIEGO**  
 Tramo: **0+026.06 - 0+149.00** Revestimiento: **CONCRETO**

**Datos:**

Caudal (Q):	<b>5.097</b>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<b>1.2</b>	m
Talud (Z):	<b>.5</b>	
Rugosidad (n):	<b>0.013</b>	
Pendiente (S):	<b>0.004</b>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<b>0.9914</b>	m
Área hidráulica (A):	<b>1.6811</b>	m <sup>2</sup>
Espejo de agua (T):	<b>2.1914</b>	m
Número de Froude (F):	<b>1.1053</b>	
Tipo de flujo:	<b>Supercrítico</b>	
Perímetro (p):	<b>3.4168</b>	m
Radio hidráulico (R):	<b>0.4920</b>	m
Velocidad (v):	<b>3.0320</b>	m/s
Energía específica (E):	<b>1.4599</b>	m-Kg/Kg

Diagrama de la sección de canal: muestra un canal trapezoidal con ancho de solera (b), talud (Z), tirante normal (y) y espejo de agua (T).

Botones: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Retorna al Menú principal | 01:28 | 17/04/2018

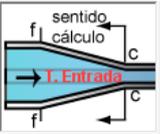
**Imagen N°42: Cálculo del Tirante Normal**

**Fuente:** Autoridad propia

La bocatoma derivará el caudal requerido de 4.14m<sup>3</sup>/s hacia un canal revestido que conducirá el flujo de agua hacia los cultivos, sin embargo, por motivos de seguridad, consideramos adecuado que debería calcularse con el caudal de **5.097 m<sup>3</sup>/s** debido a que por cualquier motivo se podría obstruir la ventanilla de purga; sin importar que lo obstruya ese caudal será derivado a través de este canal, por lo que será necesario considerarlo en su diseño.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{cap}} &= 4.140 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_{\text{limpia}} &= 0.957 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_{\text{fcap}} &= 5.097 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

**Cálculos para una transición de entrada alabeada**



**Datos de Entrada:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s

Ancho de solera en la sección C:  m

Ancho de solera en la sección F:  m

Talud en la sección C:

Talud en la sección F:

Tirante en la sección C:  m

Diferencia de cotas HZ:  m

Coef. de pérdida en transición K:

**Resultados:**

Tirante en la sección F:  m

Longitud de la transición:  m

Número de tramos N:

**Cálculo del ancho solera, talud y variación de fondo:**

l	b(l)	Z(l)	HZ(l)
0	2.1000	0.0000	0.0000
1	2.1285	0.0000	0.0000
2	2.2163	0.0000	0.0000
3	2.3682	0.0000	0.0000
4	2.5912	0.0000	0.0000
5	2.8996	0.0000	0.0000
6	3.3600	0.0000	0.0000

**Cálculo del tirante, velocidad y energía:**

l	y(l)	v(l)	E(l)
0	0.9900	2.4517	1.2964
1	1.0148	2.3597	1.2986
2	1.0661	2.1571	1.3033
3	1.1199	1.9219	1.3082
4	1.1680	1.6842	1.3125
5	1.2083	1.4548	1.3162
6	1.2436	1.2199	1.3194

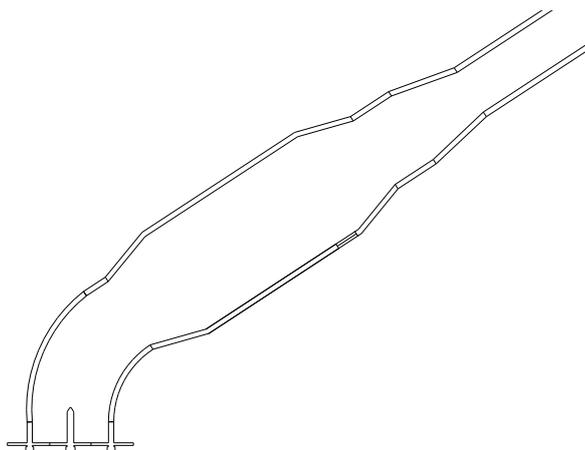
Activa la calculadora

01:34 17/04/2018

**Imagen N°43:** Cálculos para una transición de entrada

**Fuente:** Autoridad propia

Inmediatamente después del desarenador se recupera la sección del canal de derivación, sin embargo, se debe tener en cuenta que para pasar al canal revestido de concreto simple que conlleva hacia los cultivos, cuya sección es más pequeña, será necesario diseñar una transición.



**Imagen N°44:** Esquema de la Bocanoma Proyectada

**Fuente:** Autoridad propia

#### **4.4.3. ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA DE LA BOCATOMA** **BAJO CONDICIONES NORMALES**

Primero se tiene que considerar la respuesta que tendría la estructura frente a condiciones que describan su desempeño normal, para así evitar sobredimensionamiento de la misma, además errores de cálculo que podrían costar tiempo de demora en su construcción.

#### **DIMENSIONAMIENTO DE LA BOCATOMA**

**Rugosidad del cauce:** La rugosidad del río fue establecida en **0.1069**.

**Caudal del cauce:** El caudal de río se estableció en **113.88 m<sup>3</sup>/s**, este parámetro nos será de utilidad junto a la rugosidad para el análisis del comportamiento hidráulico del río.

**Ancho estable del encausamiento:** El Ancho estable del cauce se estableció en 50m, lo cual es un valor muy compatible con el ancho natural del río, ya que se adapta a las características.

**Dimensionamiento de la ventana de captación:** Se obtuvo un ancho de 1.42m y una Altura de 1.15m para cada ventanilla de captación, en total son 2 ventanillas.

**Dimensionamiento del canal de derivación:** Se obtuvo que el ancho adecuado sería de 3.36m con un tirante de 0.90m

**Tirante Normal del Río:** El cálculo del tirante normal del río se obtuvo en 1.37m

**Dimensionamiento del Barraje:** Para el dimensionamiento del barraje, se propuso una altura de 1.30m para lo cual se obtuvo una altura de carga sobre el mismo de 0.98cm sumando juntos un tirante de 2.28m, sin embargo teniendo en cuenta la diferencia de cotas entre el fondo del cauce y el emplazamiento de la bocatoma, se tiene como altura de tirante desde el piso de la ventana de captación de 1.78m

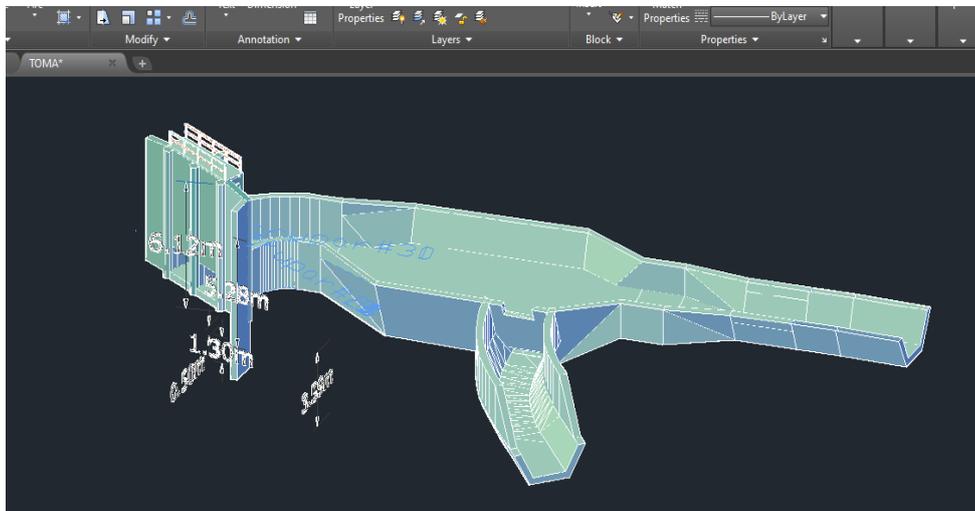
**Cálculo de la socavación:** Se obtuvo una profundidad de socavación de 1.92m.

**Dimensionamiento del desarenador:** Se estableció la profundidad del desarenador en 2.50 m y un ancho de 2.36m en el fondo.

**Dimensionamiento del vertedero de demasías:** Se estableció una longitud de vertedero de **1.50m** y una altura de **0.66m**

**Transición de entrada y salida:** Se estableció la longitud de transición en **3.00m**

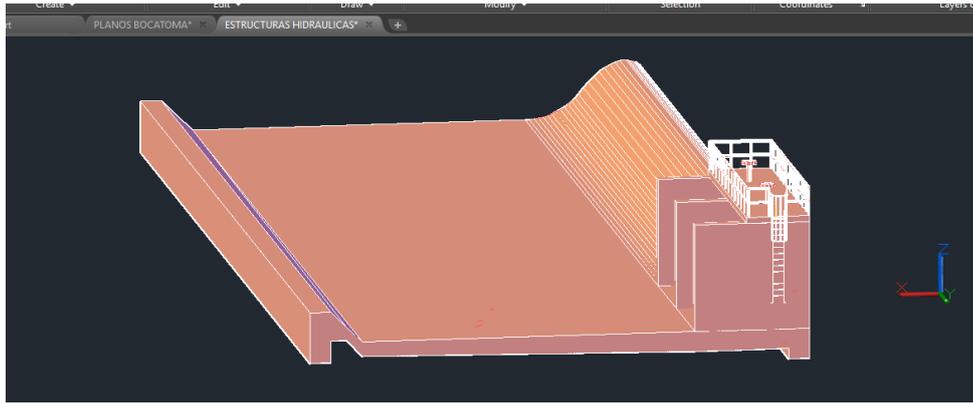
#### **4.5 MODELAMIENTO TRIDIMENSIONAL MEDIANTE AUTOCAD CIVIL3D**



**ImagenN°45:** *Estructura proyectada de la bocatoma*

**Fuente:** *Autoridad propia*

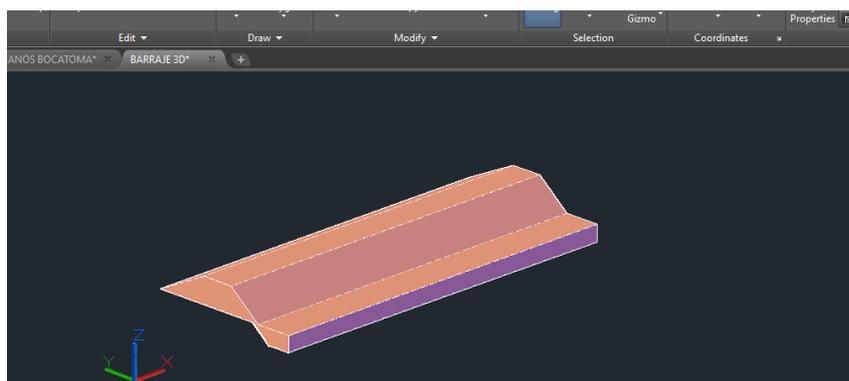
El primer paso es dibujar en 3D cada estructura proyectada con anterioridad las cuales fueron dimensionadas mediante fórmulas empíricas; para ello se empleó AutoCAD Civil 3D tal como se muestra en la imagen anterior, la bocatoma, el desarenados y sus transiciones respectivas, además del canal de purga, se dibujaron empleando todas las herramientas de la interfaz de AutoCAD Civil, quedando listas para ser trasladadas al software de modelamiento numérico.



**Imagen N°46:** *Diseño del Barraje*

**Fuente:** *Autoridad propia*

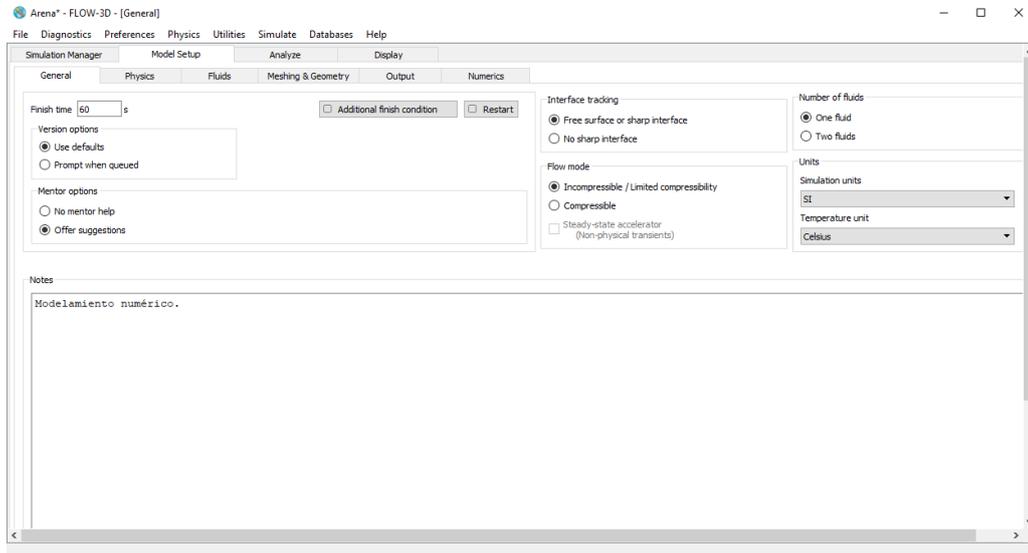
El segundo conjunto de elementos a diseñar conforme a las fórmulas empíricas es el barraje, que nos permitirá incrementar el nivel de agua con la finalidad de garantizar la correcta derivación del caudal necesario para el riego de los cultivos. Se propone que un sector del barraje sea Móvil, para facilitar la limpieza de los elementos sólidos retenidos en el río, así como la carga de sedimentos que naturalmente arrastra el río en su lecho, que para nuestro caso son sedimentos finos (limos y arcillas). En el caso del barraje móvil se están considerando que las compuertas sean de izaje, por la facilidad de operación que estas tienen.



**Imagen N°47:** *Diseño del Enrocado*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Se procede a diseñar el enrocado de protección proyectado, tal como se muestra en la imagen anterior, empleando los resultados obtenidos para este mediante las fórmulas empíricas, para así poder evaluar su desempeño y comportamiento hidráulico.



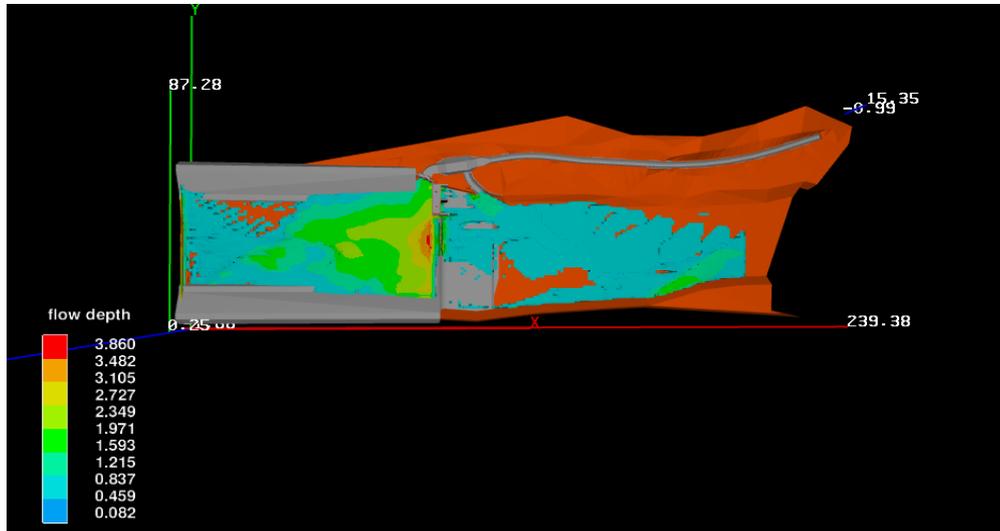
**Imagen N°48: Modelamiento Numérico**

**Fuente:** *Autoridad propia*

**FLOW 3D** se utiliza el software para el modelamiento del comportamiento del fluido a través de las diferentes estructuras hidráulicas idealizadas con anterioridad, para así comprobar su eficiencia y proponer soluciones inmediatas ante las desventajas que puedan presentar, sin esperar a que sean construidas primero, evitando así ocasionar gastos innecesarios y correcciones importantes dentro de la ejecución que puedan llegar a cambiar el diseño propuesto por el proyectista, el software trabaja con los elementos finitos.

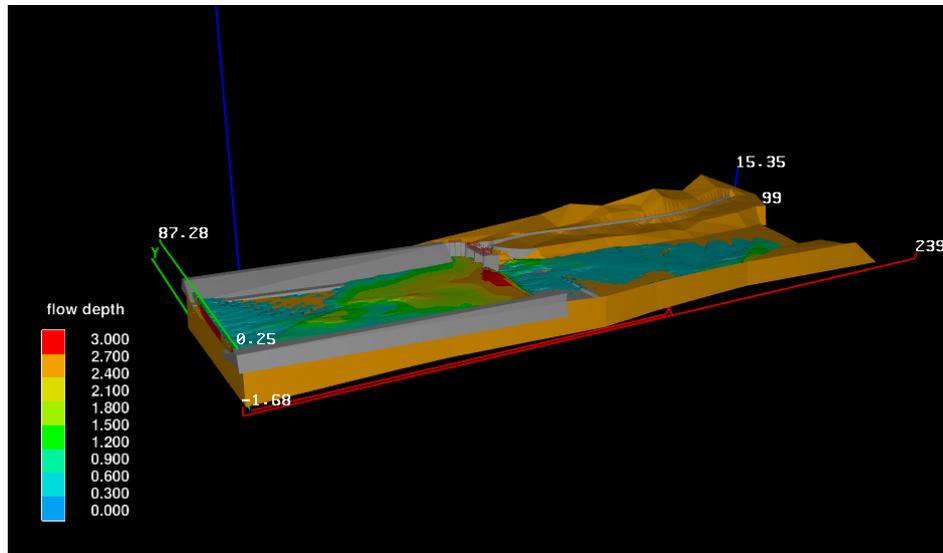
Procedemos a designar las características necesarias para el modelamiento numérico, tales como las unidades que se emplearán, la cantidad de fluidos que simularán de manera simultánea si fuese el caso y el tiempo de simulación.

En esta parte de la investigación, procedemos a evaluar los resultados en cuanto al modelamiento numérico, con la finalidad de observar y corregir pormenores correspondientes al diseño.



**Imagen N°49:** Vista en Planta del cauce del rio

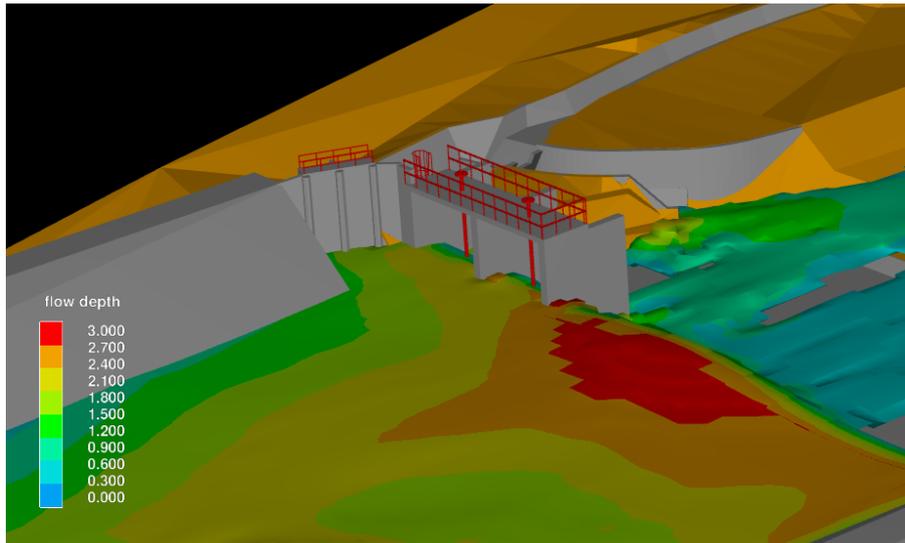
**Fuente:** Autoridad propia



**Ilustración N°50:** Modelamiento de todo el Diseño de la Bocatoma

**Fuente:** Autoridad propia

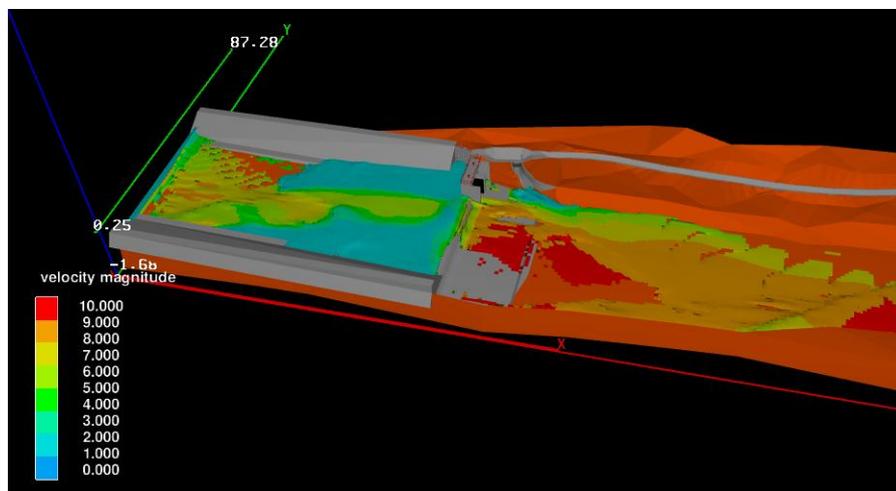
Se realizó un modelamiento de todo el cauce levantado topográficamente, junto con el diseño de la bocatoma para evaluar su comportamiento hidráulico, el modelo se hizo con las compuertas de la bocatoma cerradas.



**Imagen N°51:** Modelo se tiene un tirante que oscila de 1.80m-2.10m

**Fuente:** Autoridad propia

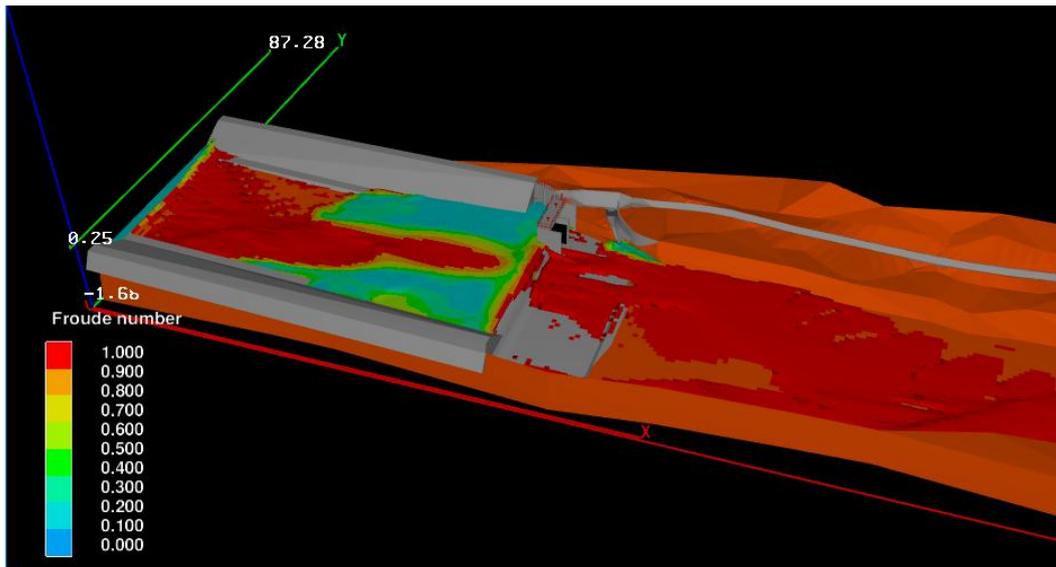
Tal como se puede apreciar en la imagen adjunta, se tiene en las compuertas de ingreso de la bocatoma un tirante que oscila en el intervalo de 1.80m-2.10m, y en el barraje se encuentra alrededor de 2.40 m.



**Imagen N°52:** Velocidades más altas se dan el colchón dissipador

**Fuente:** Autoridad propia

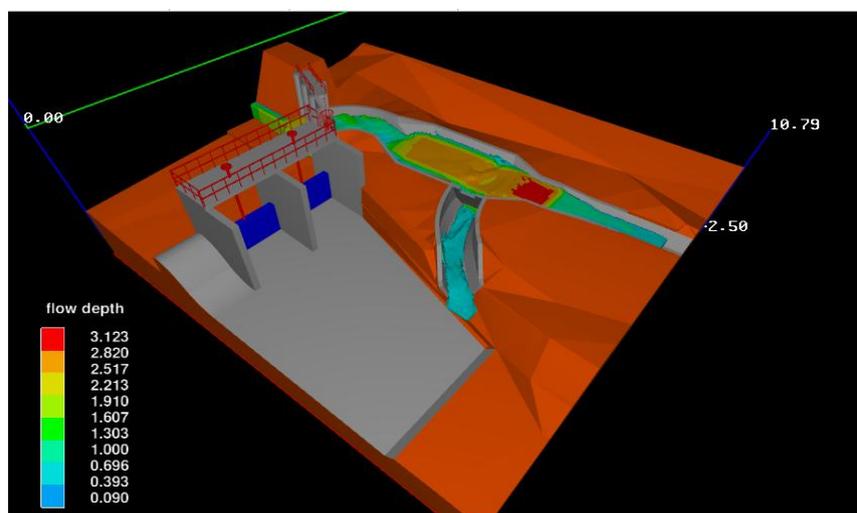
De acuerdo al mapa de velocidades mostrado, se puede apreciar que las velocidades más altas se dan en el colchón dissipador, y están en promedio de hasta 10 m/s.



**Imagen N°53: Régimen de Flujo del Río**

**Fuente:** *Autoridad propia*

Podemos apreciar también que el régimen de flujo del Río es Supercrítico en su mayoría, ya que solamente apreciamos aguas tranquilas en la parte lateral, pegado hacia los diques y en la parte de la ubicación de la bocatoma.

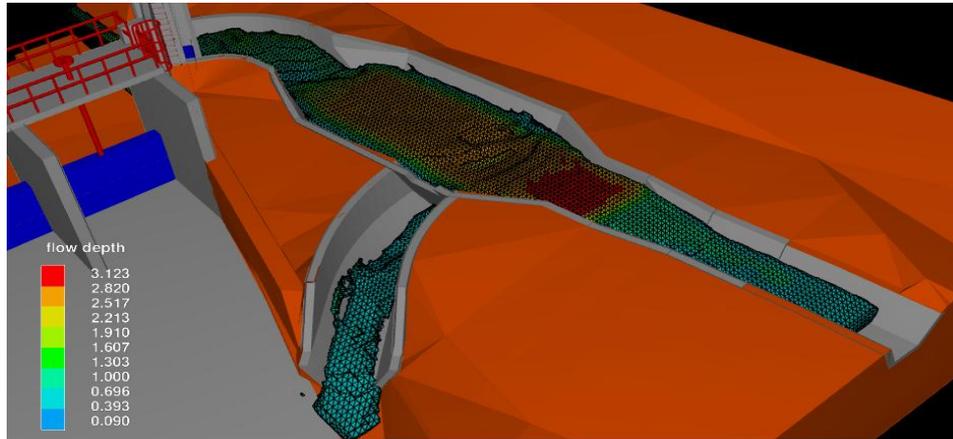


**Imagen N°54: Régimen de Desempeño Normal del río**

**Fuente:** *Autoridad propia*

Tal como se puede apreciar, para mejor distinción de resultados, se ha empleado la herramienta **mesh Slice**, con la finalidad de medir con exactitud el tirante del río en

la entrada de la bocatoma, en los **instantes t=30s y t=60s** bajo un régimen de desempeño normal, mediante el interfaz gráfico anterior podemos visualizar y exportar el enmallado en formato que pueda ser legible por Autocad Civil 3D, como se ve a continuación.



**Imagen N°55:** *Buen desempeño de la estructura*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Tal como se puede apreciar el tirante normal en la entrada de la bocatoma está en un **intervalo entre 1.91m y 2.21m** ya que no es un fluido estático si no, dinámico, es decir que se encuentra en constante movimiento.

Por otro lado, esto nos permite entender que aplicando todas las consideraciones metodológicas y criterios para el diseño adoptados de múltiples bibliografías además experiencias de científicos citados anteriormente especialistas de tópicos diferentes; podemos diseñar una estructura hidráulica de esta magnitud y complejidad de manera eficiente. Esto último es comprobado mediante el modelamiento numérico a través del uso de software de computadora, y aún más garantizar el correcto funcionamiento debido a que la metodología de análisis de datos emplea la técnica de enmallado en **3d (mesh3D)** para el cálculo mediante elementos finitos

#### **4.5.1 ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA DE LA BOCATOMA BAJO CONDICIONES DE MÁXIMAS AVENIDAS**

En esta parte de la investigación evaluamos el desempeño de la estructura frente a descargas de caudal en máximas avenidas, teniendo en cuenta los cálculos obtenidos del estudio hidrológico, para los diferentes periodos de retorno, cabe denotar que nuestra estructura, ha sido proyectada bajo la concepción de un periodo de retorno igual a 100 años.

##### **CARACTERÍSTICAS DEL RIO**

**Ancho estable:** El ancho estable del río bajo máximas avenidas se ha contemplado en 70m, puesto que es el ancho que más se adapta al correcto desempeño hidráulico

**Tirante del río:** Se estableció un tirante de 3.46m en el Río.

**Altura de carga de agua sobre barraje:** Se estableció que la altura del agua sobre el barraje es **4.91 m**.

##### **ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DE LA RIBERA DEL RÍO.**

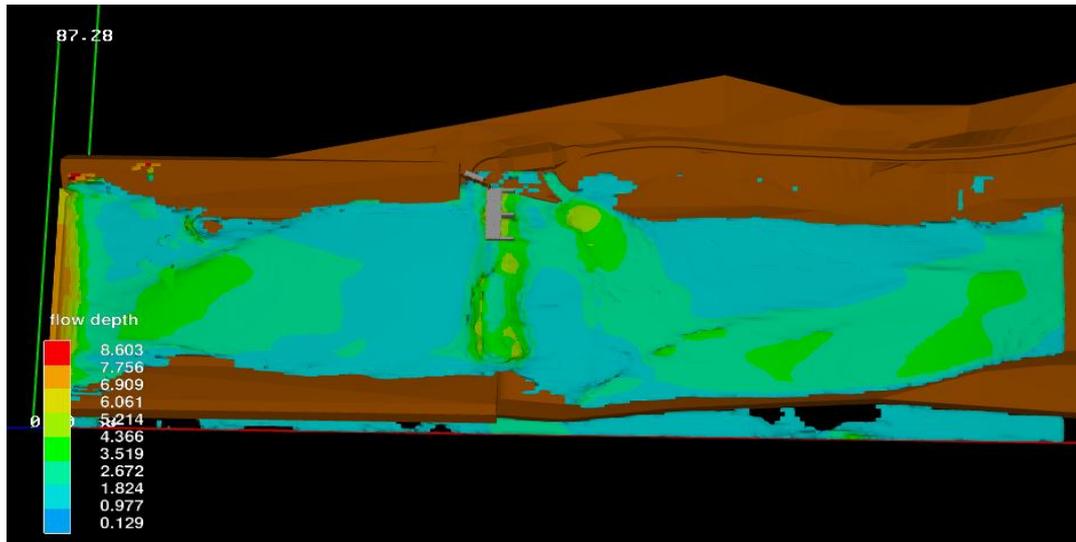
**Dimensionamiento de la defensa ribereña:**

**Dique de tierra:** Se estableció una altura del dique en 5.70m

**Enrocado de protección:** Se estableció un enrocado de protección con la misma altura del dique, en **5.70m**.

##### **DIMENSIONAMIENTO DE CANAL DE RIEGO EN REVESTIDO DE CONCRETO**

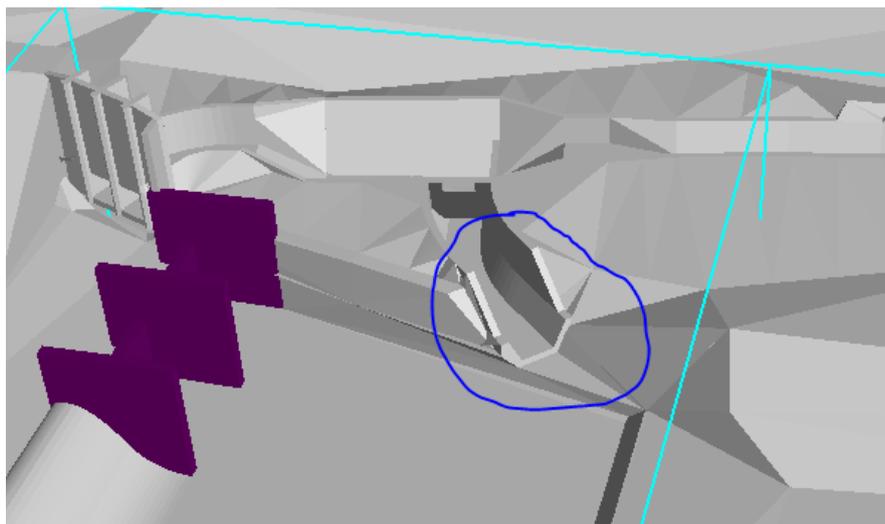
Se obtuvo una sección de canal de riego de 1.20 m de base y 1.00 de tirante.



**Imagen N°56:** Modelamiento frente a máximas avenidas

**Fuente:** Autoridad propia

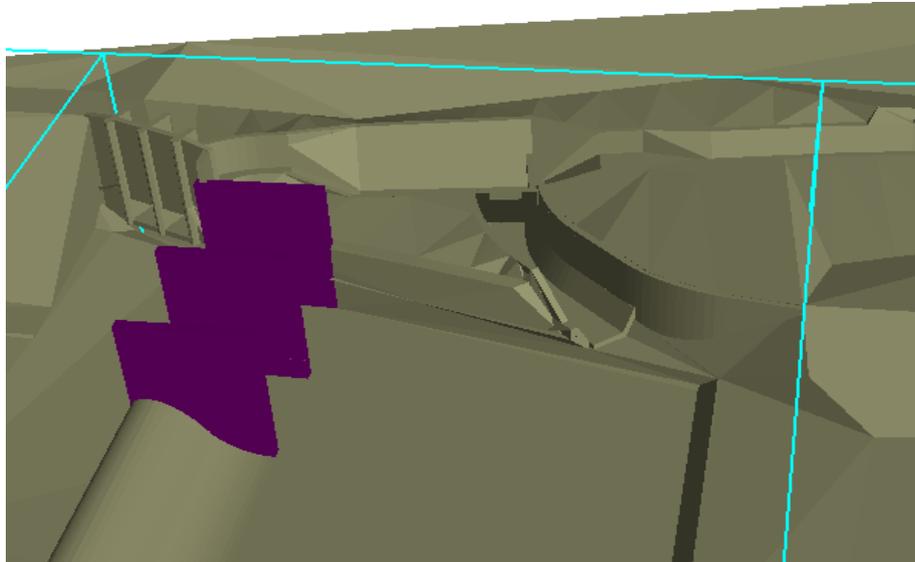
Como se puede apreciar, a pesar de todas las consideraciones tomadas, se ve que el agua está ingresando a través de un desnivel justo a la desembocadura del canal de limpia, lo cual, a pesar de tener la altura adecuada de 3.60m frente al tirante de máxima avenida según formulas empíricas de 3.46 m, no responde de manera adecuada y resulta insuficiente en altura, por lo cual, se procederá a establecer una solución permanente a este problema.



**Imagen N°57:** Ingreso de máximas avenidas

**Fuente:** Autoridad propia

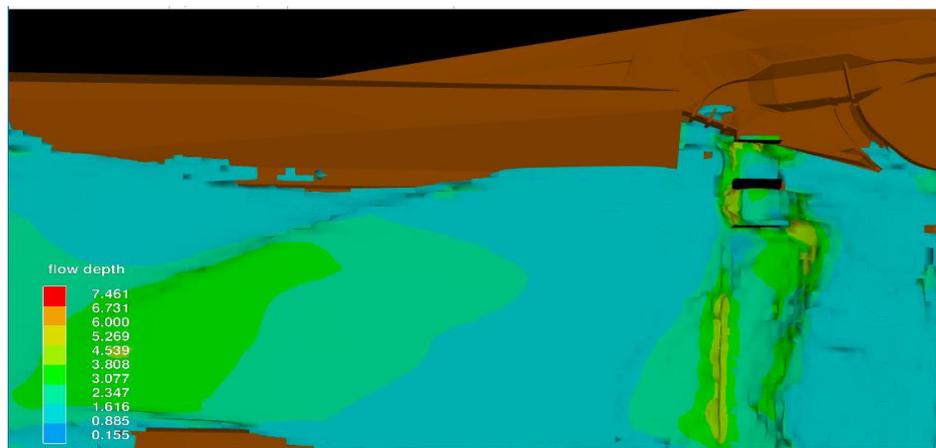
El gráfico anterior muestra el accidente topográfico que permite que el agua de máximas avenidas ingrese libremente tras el resalto generado por la posa de disipación instalada adyacente al barraje del Río.



**Imagen N°58:** *Se estableció un muro de protección*

**Fuente:** *Autoridad propia*

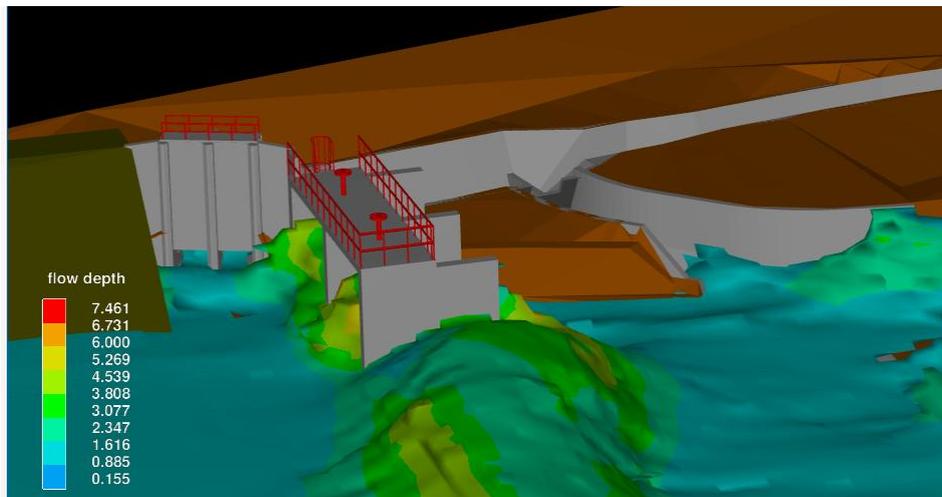
Tal como se muestra en el gráfico anterior, podemos apreciar cómo se ha corregido el problema, estableciendo un muro de protección en el sector donde se encontraba el accidente, con la finalidad de no permitir el ingreso de agua ocasionado por el resalto en el colchón del río.



**Ilustración N°59:** *No ingresa el agua a la estructura*

**Fuente:** *Autoridad propia*

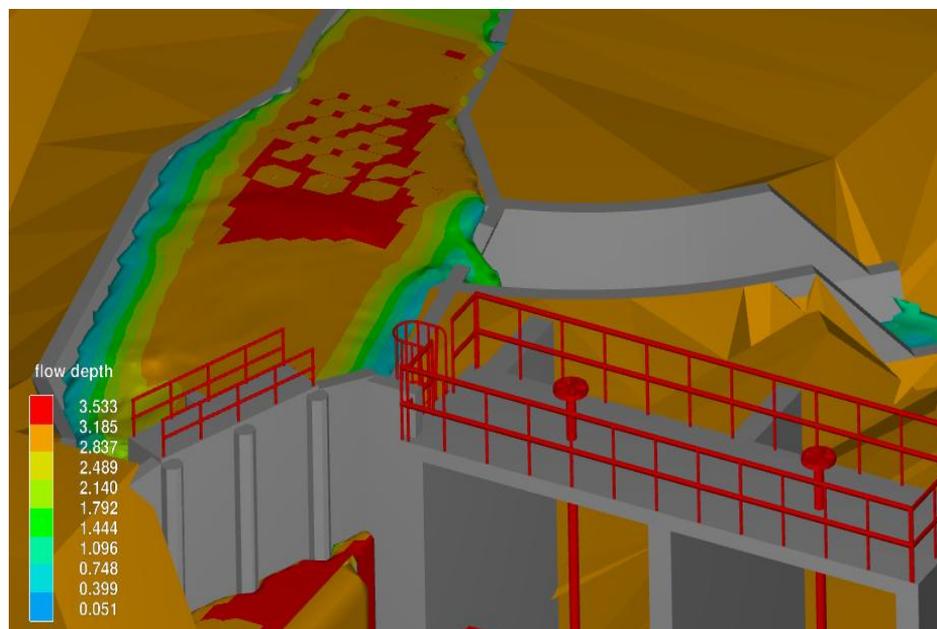
Como se puede apreciar en el modelo, el agua no ingresa a través del accidente topográfico puesto que se ha recubierto con un muro de protección.



**Imagen N°60:** *La estructura reacciona favorablemente*

**Fuente:** *Autoridad propia*

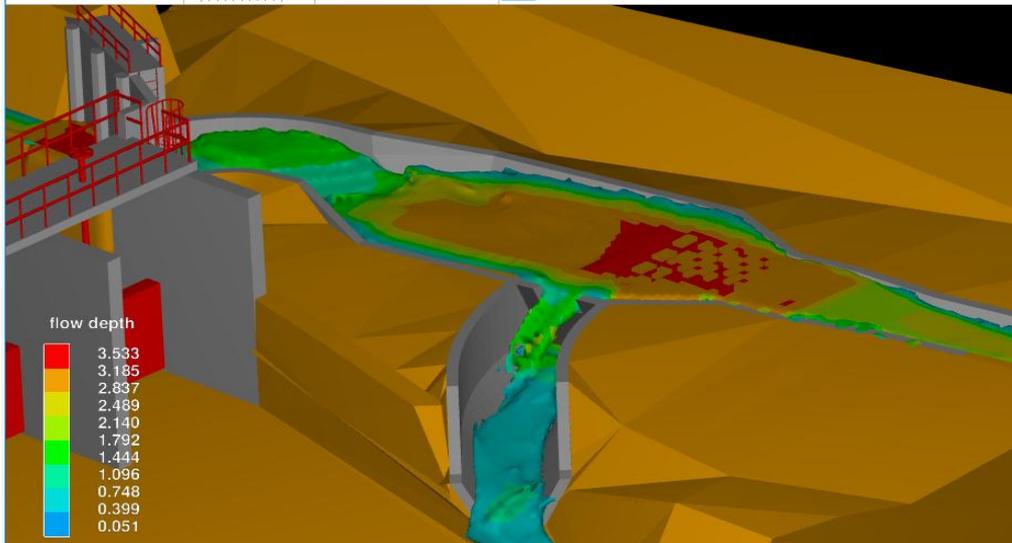
En el gráfico superior, se aprecia con mayor claridad, como a pesar de una máxima avenida, la respuesta de la estructura es favorable.



**Imagen N°61:** *Desempeño de la estructura frente máxima avenida*

**Fuente:** *Autoridad propia*

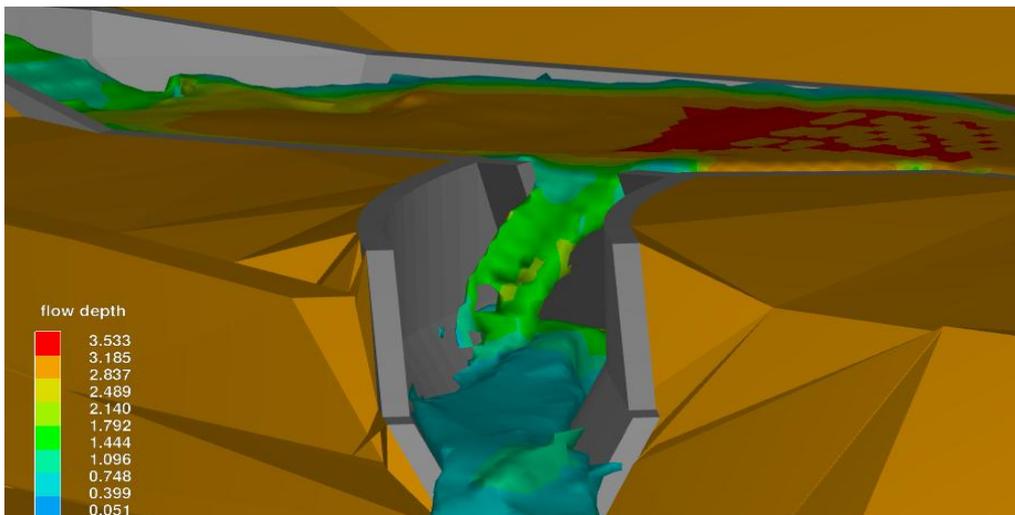
Evaluamos el desempeño de la estructura frente a máximas avenidas con respecto a la ventana de captación con un tirante de 3.53m de altura y el correcto funcionamiento del vertedero de demasías.



**Imagen N°62:** *Funcionamiento del vertedero es eficiente*

**Fuente:** *Autoridad propia*

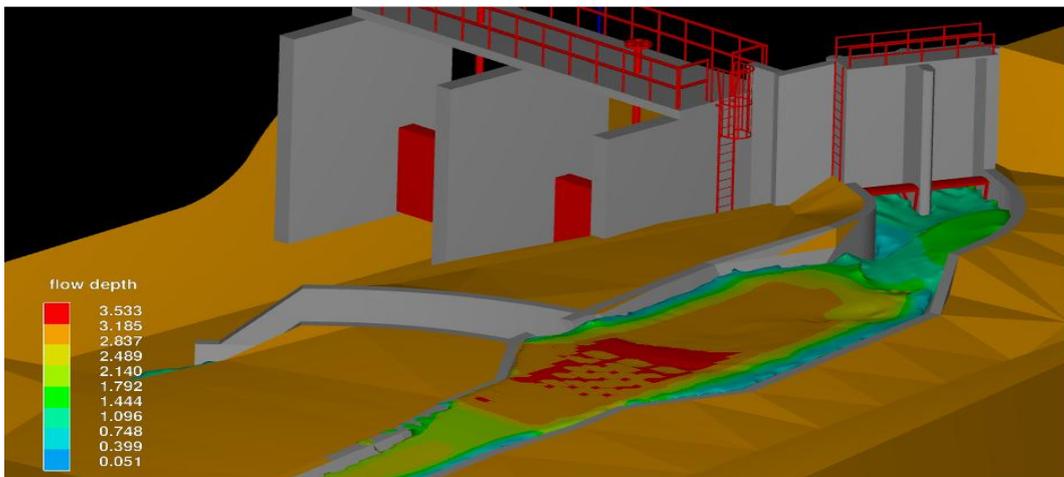
El funcionamiento del vertedero de demasías es adecuado, puesto que no encontramos desbordamiento de la bocatoma en ningún lado.



**Imagen N°63:** *Óptimo funcionamiento del canal de limpia*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Podemos apreciar que el tirante de agua en el canal de limpia, no hace que se sature, aun considerando que recibe el caudal de purga continua más el caudal del vertedero.

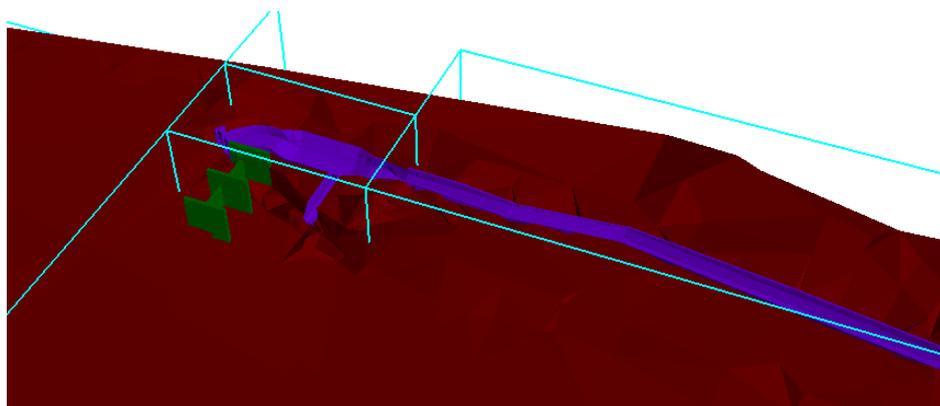


**Ilustración N°64:** Estructura tiene un excelente desempeño frente a máximas avenidas

**Fuente:** Autoridad propia

Estructura de la bocatoma tiene un excelente desempeño mediante máximas avenidas, cumpliendo y superando las expectativas

#### **4.6 ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DEL DESARENADOR A LA RETENCIÓN DE SEDIMENTOS**



**Imagen N°65:** Importación de las estructuras modeladas en AutoCAD Civil 3D

**Fuente:** Autoridad propia

Se procede a la importación de las estructuras hidráulicas modeladas previamente en AutocadCivil3D 2018, de manera independiente a la topografía del sitio en estudio, ya que cada elemento tiene propiedades diferentes.

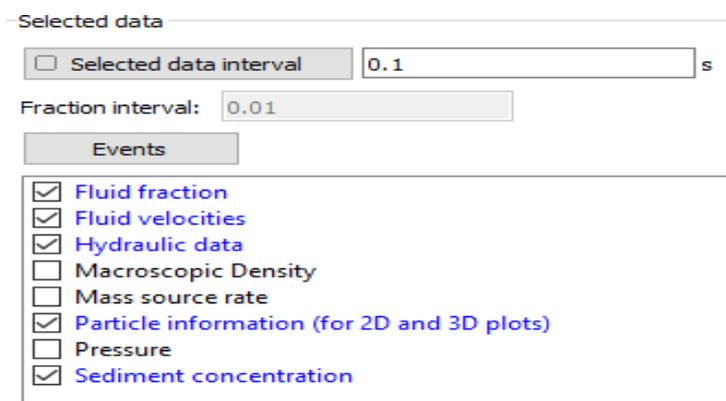
Material	Coefficiente de Manning n	Coef. Hazen-Williams C <sub>H</sub>	Coef. Rugosidad Absoluta e (mm)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metálica)	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra madera)	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015

**Imagen N°66:** Valores Típicos de Coeficiente de Rugosidad

**Fuente:** Autoridad propia

Después de importar los diferentes elementos, se debe tener en cuenta que se le deben asignar rugosidades a cada uno de manera independiente.

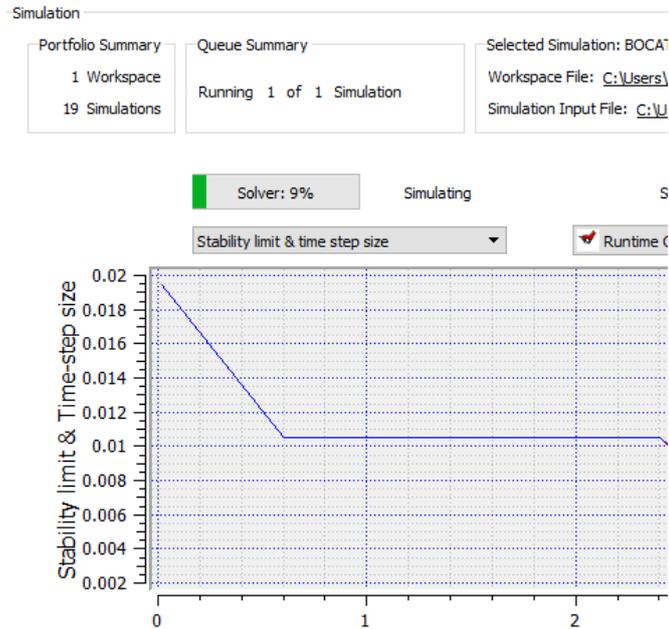
Para este paso haremos uso de las rugosidades Absolutas, se debe tener en cuenta que todos los elementos disponibles estarán correctamente configurados, en cuanto a enmallado y rugosidades. Luego se asignan los caudales requeridos para el desempeño de todo el sistema estructural en condiciones normales, ya que es en este punto donde se evaluará su eficiencia.



**Ilustración N°67:** Unidades de análisis

**Fuente:** Autoridad propia

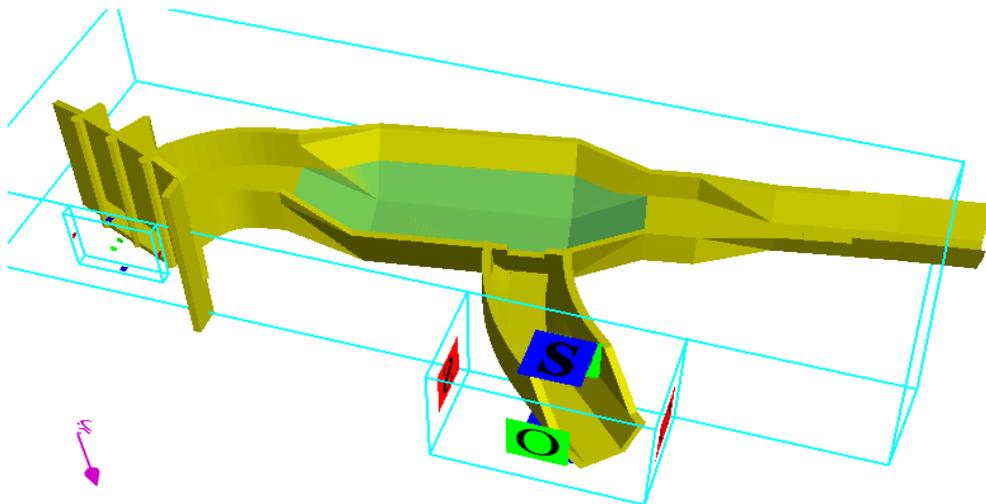
Siempre se debe tener cuidado en cuanto a las unidades fraccionarias de análisis, ya que los resultados arrojados por el modelamiento estarán estrictamente ligados a los intervalos de análisis en cada instante de tiempo.



**Imagen N°68:** Cálculo del modelamiento en 60 instantes de tiempo

**Fuente:** Autoridad propia

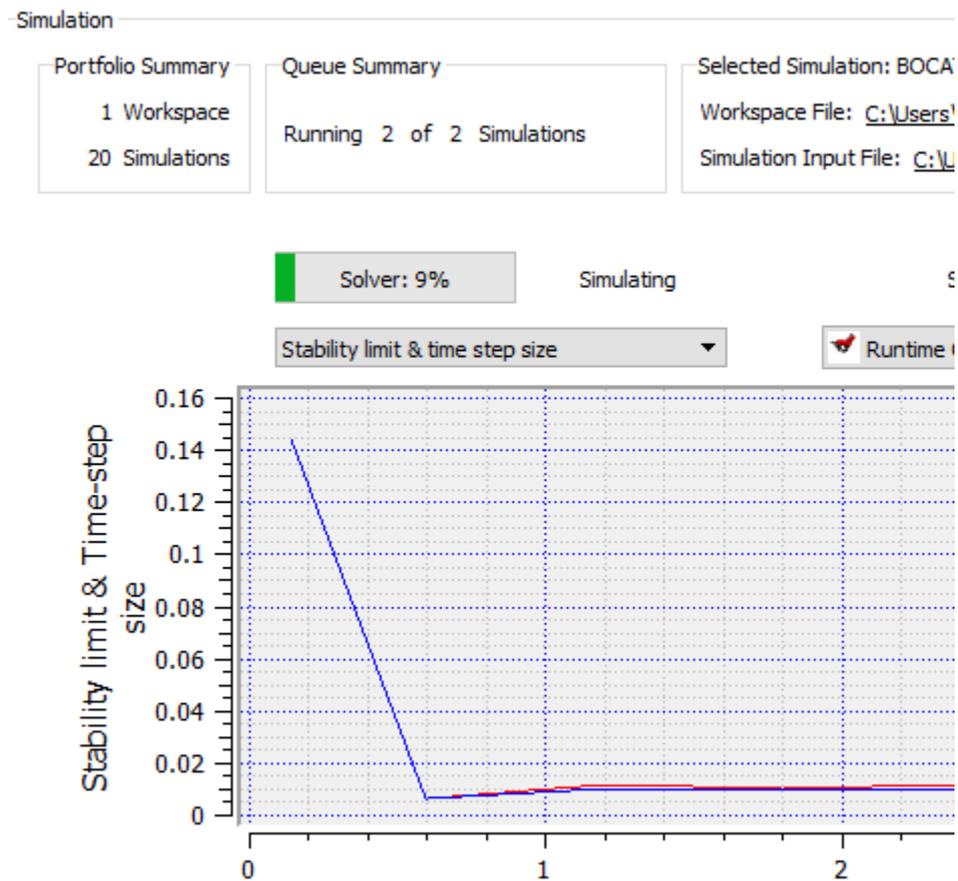
Se procede a realizar el cálculo del modelamiento, en 60 instantes de tiempo.



**Imagen N°69:** Modelamiento para evaluar eficiencia de la bocatoma y del desarenador junto con el canal de purga

**Fuente:** Autoridad propia

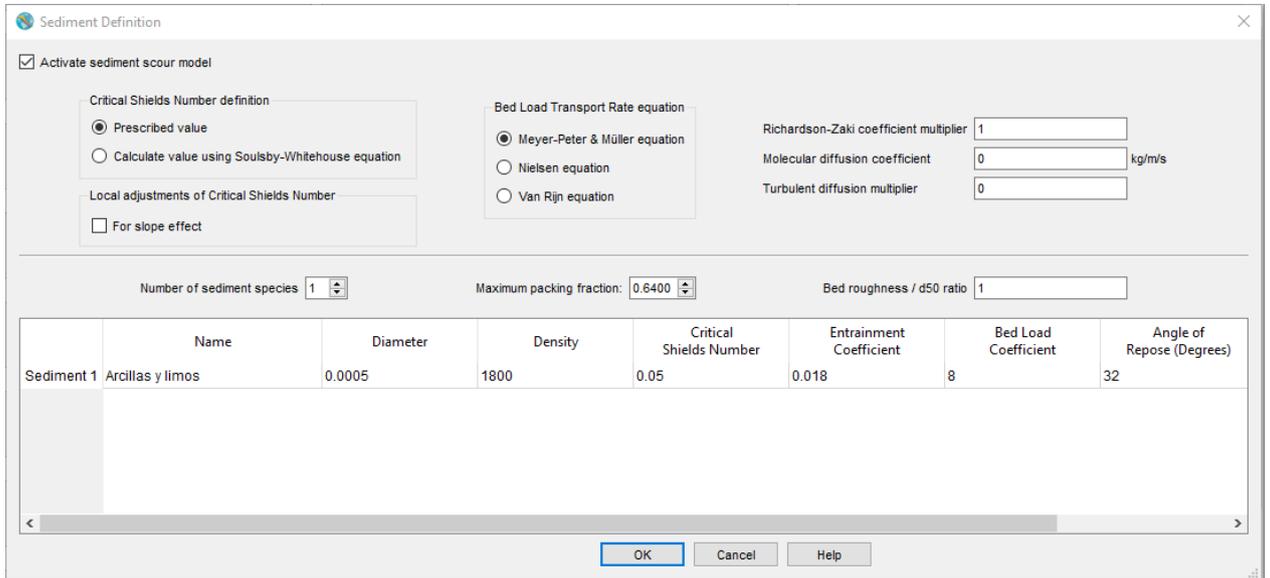
Adicionalmente se procede a modelar un segundo archivo para evaluar la eficiencia hidráulica de la bocatoma y del desarenador, junto a su respectivo canal de purga en condiciones normales, para determinar si las medidas asignadas son adecuadas para un correcto desempeño, se asignan las características de la superficie, considerando el tipo de enmallado correspondiente, tal como se puede apreciar, se ha discretizado la estructura de tal manera de que los resultados nos den datos mucho más acertados. Otro factor importante en el análisis realizado es el hecho de considerar un colchón de agua en el desarenador.



**Ilustración N°70:** Finalizando el procedimiento de dimensionamiento y cálculo

**Fuente:** Autoridad propia

Finalmente se procede a establecer el software en modo de cálculo para las estructuras proyectadas, finalizando así el procedimiento de dimensionamiento y cálculo.



**Imagen N°71:** *Características al Transporte de Sedimentos*

**Fuente:** *Autoridad propia*

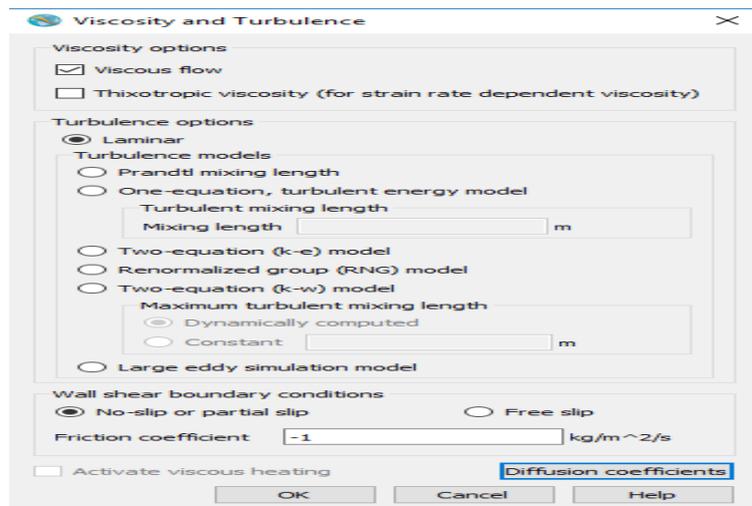
Posterior a esto se definen las características que corresponden al transporte de sedimentos en el modelo, se definen parámetros como diámetro de la partícula de arrastre **D50**, densidad del material, Número de shield, ángulo de reposo del material y la definición de las metodologías de cálculo para emplear en el transporte de sedimentos, por ejemplo, aquí hemos propuesto emplear la fórmula de Meyer-Petter & Müller.

	Time	Sediment concentration
1	0	114.7
2		
3		

**Imagen N°72:** *Ingresa la Cantidad de Sedimentos*

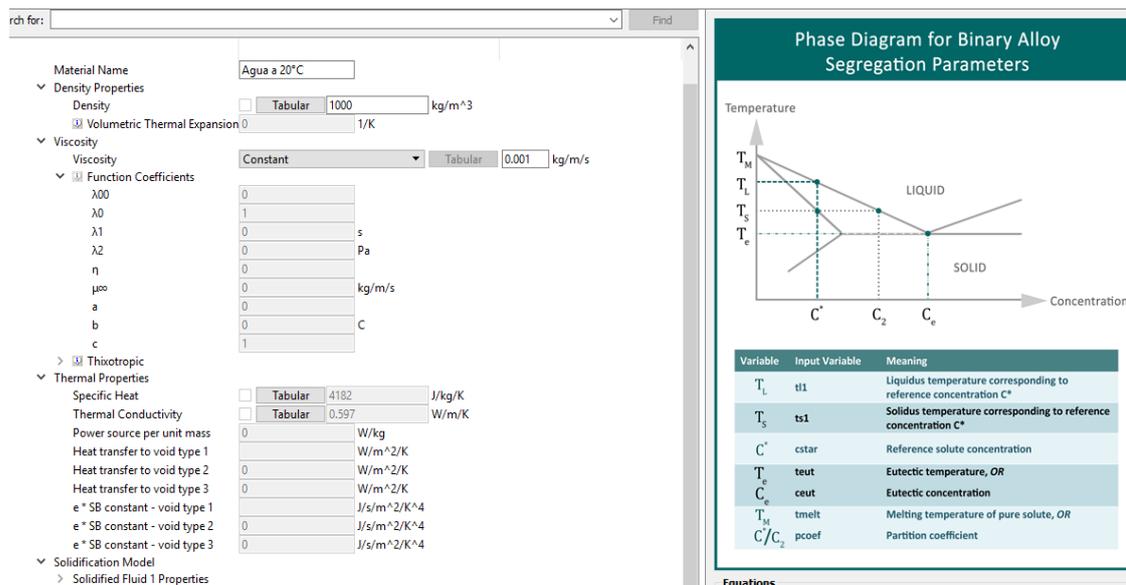
**Fuente:** *Autoridad propia*

La cantidad de sedimentos encontrada en laboratorio que es de 114.7 kg/m<sup>3</sup> se tiene que ingresar en el sistema como dato en la celda “Sediment concentration”, para que el software considere la cantidad de sedimentos al analizar la reología del fluido, ya que el hecho de estar combinado con sedimentos lo convierte en un fluido heterogéneo y de comportamiento NO lineal, en función al transporte en suspensión y fondo de los sedimentos.



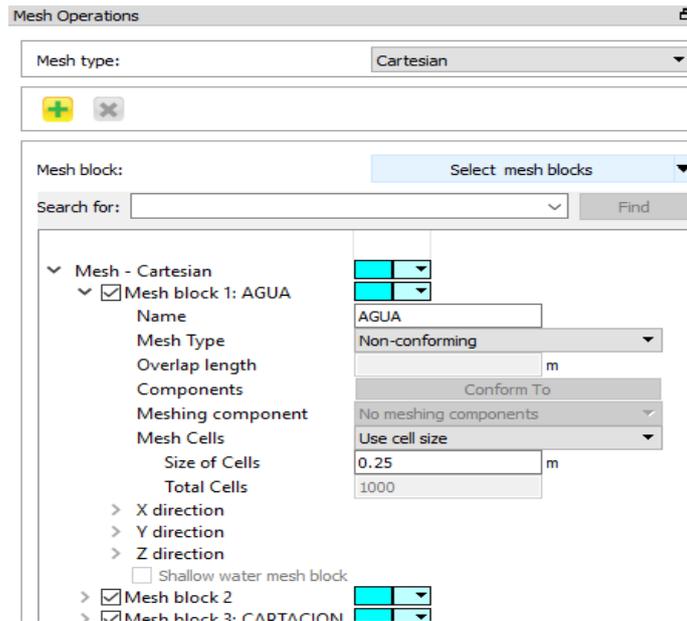
**Imagen N°73: Análisis de Viscosidad y Turbulencia**

**Fuente:** Autoridad propia



**Imagen N°74: Las características físicas propias del fluido a modelar**

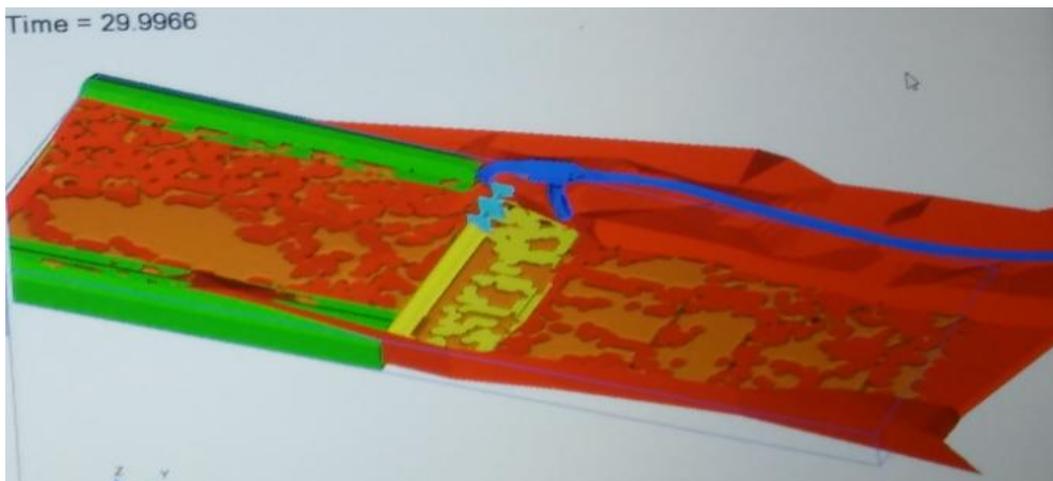
**Fuente:** Autoridad propia



**Imagen N°75:** *Comportamiento del Enmallado*

**Fuente:** *Autoridad propia*

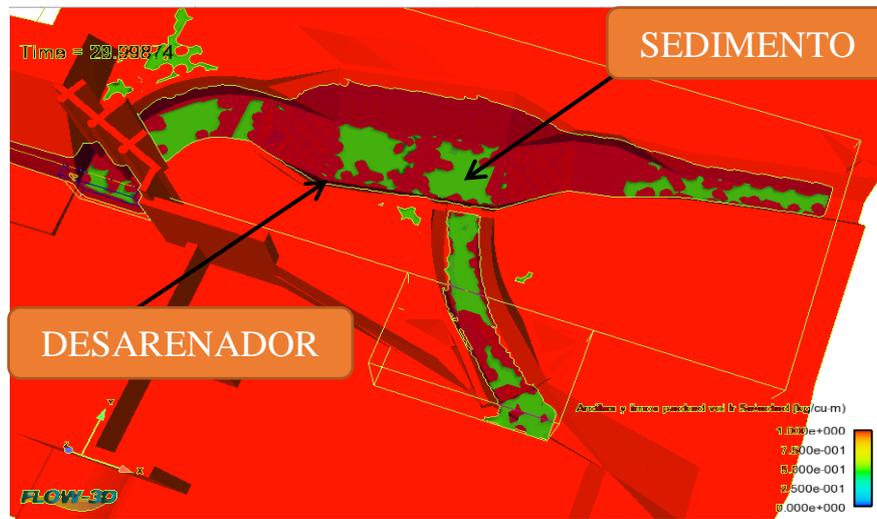
Posteriormente se procede a definir de manera precisa el comportamiento del enmallado para la discretización de las estructuras hidráulicas contempladas, no obstante, el tamaño del enmallado es directamente proporcional al tiempo de cálculo y calidad de los resultados. En nuestro caso, hemos considerado pertinente y adecuado colocar **enmallados que tienen 25cm como máximo.**



**Imagen N°76:** *Transporte de Sedimentos en desempeño normal*

**Fuente:** *Autoridad propia*

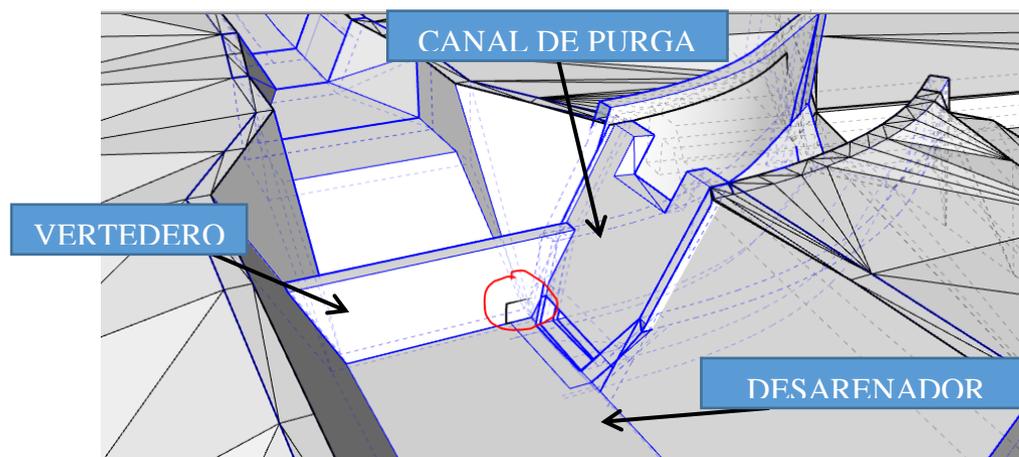
Finalmente podemos apreciar el transporte de sedimentos en el Rio bajo un régimen de desempeño NORMAL. Como se puede apreciar, es muy significativo.



**Imagen N°77:** Transporte de sedimentos en el canal

**Fuente:** Autoridad propia

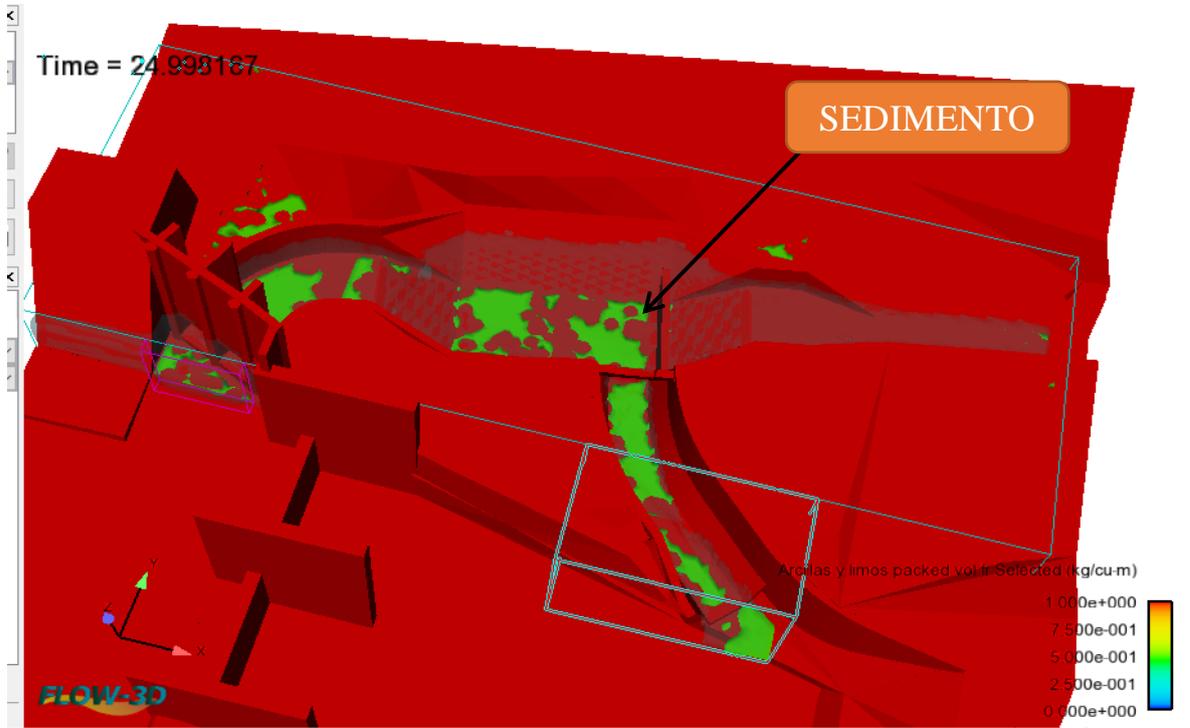
En cuanto al transporte de sedimentos, se puede apreciar que, a pesar de todas las consideraciones tomadas en el diseño y dimensionamiento de la bocatoma, aun teniendo un buen comportamiento frente a las cargas de agua, esta se arena, y trasmite estos sedimentos hacia el canal de riego, por lo que evaluaremos una solución PERMANENTE a este problema.



**Imagen N°78:** Dimensionar un vertedero con una ventana de purga

**Fuente:** Autoridad propia

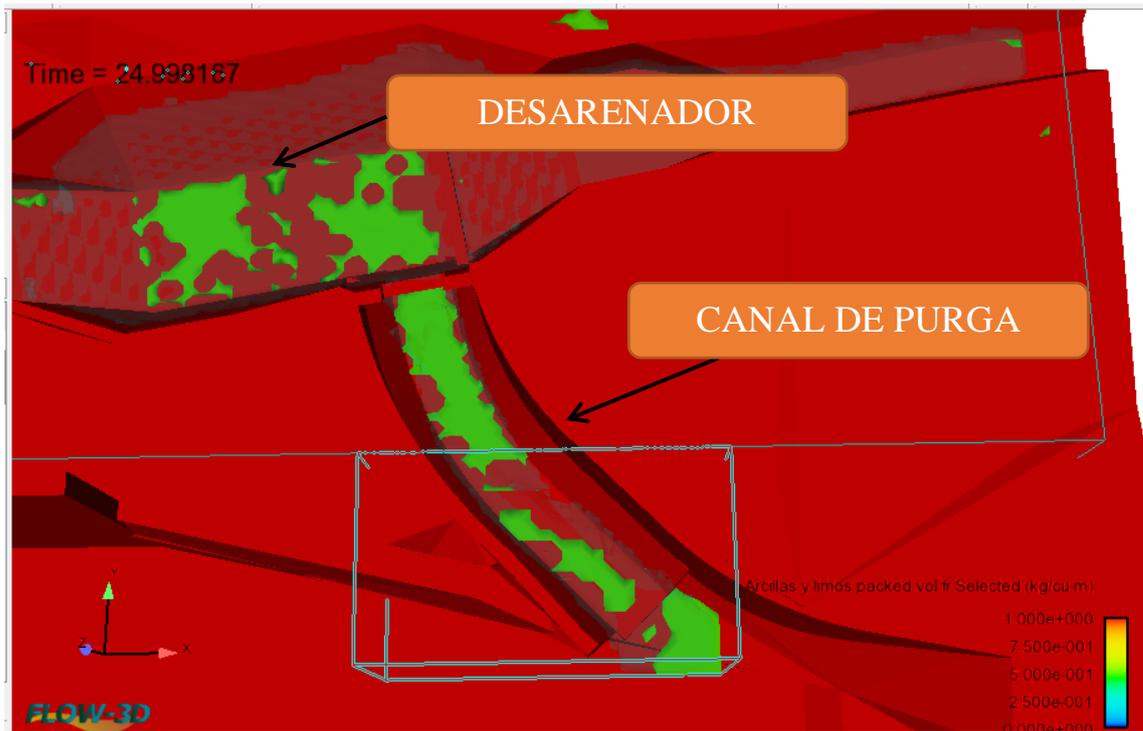
La solución que se plantea es dimensionar un vertedero interior con una ventana de purga de 50x30, que permanecerá cerrada en todo momento y será abierta estrictamente cuando se de mantenimiento y limpieza a la estructura.



**Imagen N°79:** *Transporte de sedimento en el desarenador*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Procedemos a modelar la estructura, considerando el diafragma proyectado y podemos ver claramente cómo se corrigió prácticamente en su totalidad el problema de arenamiento del canal, puesto que el diafragma que funciona como vertedero interior permite confinar los sedimentos que no han terminado de caer al fondo del estanque, antes de llegar a la transición de salida, quedando así atrapados y siendo trasladados por el canal de purga.



**Imagen N°80:** *Desarenador no se arena*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Se puede apreciar claramente que los sedimentos están haciendo un tránsito directamente a través del estanque hacia el canal de limpia.

**CAPITULO V.**  
**DISCUSIÓN DE**  
**RESULTADOS**

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

1. Se ha determinado que los resultados obtenidos para los diferentes periodos de retorno ( $T_r$ )  $T_r=10$  años  $143.23 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $T_r =25$  años de  $382.03 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $T_r =100$  años de  $575,06\text{m}^3/\text{s}$  y para un caudal máximo.  $T_r = 500$  años de  $Q=1916.38 \text{ m}^3/\text{s}$  y para un régimen normal de  $113,88 \text{ m}^3/\text{s}$  podrían variar de acuerdo a la cantidad de datos en análisis por estación, teniendo en cuenta su disponibilidad y precisión, sin embargo, esta variación no sería importante ya que se ha tenido en cuenta todos los parámetros necesarios para el cálculo de los resultados antes mencionados.
2. El área de estudio tiene una topografía muy accidentada debido a la cantidad de material rocoso que hay in situ, además para el estudio del cauce hemos tenido en cuenta la longitud de 200 metros lineales de lecho de río, aguas arriba del emplazamiento de la bocatoma y 200 metros lineales aguas abajo, además en el canal existente se ha levantado una longitud de 100 metros lineales para la obtención de mejores resultados las secciones transversales se establecieron cada 20 metros a lo largo de alineamiento teniendo como  $S=2.04\%$ .
3. El caudal de diseño, que se determinó de  $4.14 \text{ m}^3/\text{s}$ . Se realizó el uso consuntivo por los cuatro métodos que son: Crinstiansen-Hargreavers, Hargreavers, Blaney – Criddle, Penman- Montieth (Cropwat), sin embargo el más adecuado resultó ser Blaney-Criddle, teniendo un valor conservador ante eventos naturales.
4. El uso de fórmulas empíricas, para el dimensionamiento de una bocatoma de tipo convencional considerando un barraje mixto (móvil y fijo), nos arroja buenos resultados, ya que el comportamiento hidráulico de la bocatoma en este caso es muy optimo y no existen desbordamientos ni velocidades erosivas en zonas localizadas, en cuanto al desarenador nos arrojó una profundidad muy conservadora.

5. El modelamiento numérico mediante FLOW 3D, y la técnica del Volumen Fluido (VOF) y Representación de Obstáculos por Volumen de Área Fraccionada (FAVOR) nos permitió demostrar que la bocatoma POROTO tiene un buen comportamiento hidráulico, sin embargo hemos podido prever que nuestro canal sufre arenamiento debido a los sedimentos, por lo que se propuso un vertedero interior con la finalidad de no hacer más largo el desarenador y que esta membrana retenga los sedimentos que no han terminado de caer en el fondo.
  
6. El desarenador, no cumplía con la longitud determinada mediante el dimensionamiento por fórmulas empíricas, sin embargo; con la ayuda de la dinámica computacional de fluidos (CDF) se demostró que colocando una membrana interior que funcione como vertedero para retener las partículas que no han terminado de caer; las dimensiones: largo: 3.36 m y alto 0.70 m, eran suficiente para verter el caudal necesario en canal de derivación, evitando su arenamiento.

# **VI.**

# **CONCLUSIONES**

## VI. CONCLUSIONES

1. Mediante un análisis exhaustivo de las estaciones meteorológicas cuya área de influencia se encuentra afectando nuestra cuenca, se realizó el estudio hidrológico haciendo las pruebas de bondad necesarias para cada cuenca, encontrando así los distintos periodos de retorno requerido y un Q de 113,88 m<sup>3</sup>/s con el que se realizó el dimensionamiento de la estructura bajo un régimen normal.
2. Con un equipo especializado para la digitalización de terrenos en computadora CIVIL 3D, se realizaron el estudio Topográfico del Río de Poroto y sus riberas, en lo cual concluimos que el área de estudio tiene una topografía muy accidentada debido a la cantidad de material rocoso que hay in situ y se obtuvo como pendiente del terreno  $S=2.04\%$ . Este estudio fue la base para el proyecto para poder realizar su diseño y posteriormente el modelamiento.
3. Se realizó el cálculo del uso consuntivo de las áreas a servir, por los cuatro métodos que son: Crinstiansen-Hargreavers, Hargreavers, Blaney – Criddle, Penman- Montieth (Cropwat) para obtener el caudal de diseño, que se determinó el método más adecuado es Blaney-Criddle en 4.14 m<sup>3</sup>/s, valor que fue tomado como caudal de diseño en la estructura.
4. Se realizó el diseño y cálculo de una bocatoma lateral tipo convencional considerando un barraje mixto (móvil y fijo) para facilitar la purga de sedimentos retenidos en el barraje producto del transporte de estos mismos por el río así mismo haciendo fácil el manteniendo de la estructura, para el dimensionamiento se obtuvo un ancho de 1.42m y una Altura de 1.15m para cada ventanilla de captación, en total se propusieron 2 ventanillas, se obtuvo que el ancho adecuado para el canal de derivación sería de 3.36m con un tirante de 0.90m, para el desarenador se determinó que tendría un canal de purga con un ancho de 1.50m y un vertedero de 1.50m con 0.40m de altura para demasías.

5. Empleando la tecnología que se encuentra a nuestra disposición y los últimos estudios que ponen a prueba los fundamentos de la hidráulica y la dinámica computacional de fluidos mediante softwares de modelamiento numérico se optó por FLOW 3D, nos permitió el refinamiento local en áreas de interés necesarios para la simulación de la bocatoma POROTO, demostrando que tiene un buen comportamiento hidráulico en las diversas situaciones que se analizó, a través del modelamiento numérico en el software se dio solución al problema del arenamiento debido a los sedimentos, por lo que se propuso un vertedero interior con la finalidad de que esta membrana retenga los sedimentos que no han terminado de caer en el fondo.
  
6. Con Respecto al desarenador, dicho elemento se sometió a una carga de sedimentos de  $114.7 \text{ kg/m}^3$  de agua, teniendo en cuenta el dimensionamiento dado mediante las formulas empíricas se evaluó que la longitud que posee de 8.10m no era suficiente, por lo que la solución era ampliarlo más de manera iterativa o colocar una membrana interior que funcione como vertedero para retener las partículas que no han terminado de caer; se estableció el vertedero interior con sus dimensiones de largo: 3.36 m y alto 0.70 m, suficiente para verter el caudal necesario en canal de derivación.

# **VII.**

# **RECOMENDACIONES**

## **VIII. RECOMENDACIONES:**

- a. A pesar de haber tenido en cuenta todas las consideraciones para el diseño de las estructuras de captación, se recomienda llevar esta investigación a una fase experimental, recreando las características necesarias en un modelo físico a escala 1/10 o maqueta funcional que contemple todas las características en cuanto a materiales y dimensiones se refiere, para así obtener mejores resultados.
  
- b. Se recomienda que las estaciones de SENAMHI sean calibradas y se les dé un correcto mantenimiento ya que hay datos que al ser utilizados nos pueden arrojar resultados erróneos, y en su gran mayoría no contienen datos de años más cercanos al 2017.
  
- c. Se recomienda la instalación de un aforador en el cauce para medir de manera correcta el caudal que transita por él, ya que nosotros hemos utilizado un método basado en formulas empíricas, y no nos garantiza con exactitud la cantidad de fluido que transita por el cauce, solo nos ayuda a estimarlo y tener así una idea.

# **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE Núñez, M. (2007). *Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú*. Lima: MINAG- Instituto Nacional de Recursos Naturales .
- Apaclla Nalvarte, R. (2010). *Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del pacífico*. Lima, Perú. Lima: Dirección de conservación y planeamiento de recursos hídricos, MINAG.
- Aparicio Mijares, F. J. (1999). *Fundamentos de hidrología de superficie*. México DF: Limusa.
- Autoridad Nacional del Agua, A. ( (2010)). *Manual: Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la Formulación de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico*. Lima, Perú; ANA.
- Azevedo N., J. M. (1976). *Manual de Hidráulica. Sexta edición*. Harla, S. A. de C.
- Brater, E. F. (1995). *Manual de Hidráulica*. Mexico: Limunsa.
- Camp, T. R. (1996). *Sedimentation and the Design of Settling Tanks*. Boston: American Society of Civil Engineers.
- Chow, V. T. (1983). *Hidráulica de canales Abiertos*. Mexico: Diana.
- Chow, V. T. (Enero de 2000). *Hidrología Aplicada*. Santa fe de Bogotá, Colombia: MCGRAW-HILL.
- Crochin., S. (1987). *Diseño Hidráulico*.
- De la Peña, I. (1987). *Manual del uso y manejo del agua de riego. Patronato para la producción y extensión agrícola y ganadera*. Cd. Obregón, Sonora, México.
- E Sudry, W. (1986). *Sudry Experiments*. NY.
- García F. Manuel, M. A. (1997). *Manual de ingeniería*. Mexico: Instituto de Ingeniería de la UNAM.

- Macedo, W. R. (2009). *Diseño a nivel de expediente técnico del campamento permanente de la bocatoma del proyecto especial Chavimochic*. Trujillo: UPAO.
- Mansen Valderrama, A. (2010). *Diseño de bocatomas, Apuntes de clase*. Lima, Perú. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Departamento Académico de Hidráulica E Hidrología.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, M. (2013). *Manual de Carreteras, Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima.
- Reclamation, B. o. (2006). *Erosion and Sedimentation Manual*. US Department of the Interior.
- Rubio, C. A. (1999). *Diseño hidraulico de la Bocatoma Jequetepeque*. Trujillo: UPAO.
- Saldaña Vilcarromero, E. C. (2015). *Simulación Hidráulica del Cause Natural Modificado para Ubicación de Defensas Ribereñas y Estructuras de Captación en el Rio Pampayacu*. Trujillo: UPAO.
- V. Marín, V. (2010). *Evaluación de la Relación entre la Evapotranspiración Potencial Teórica y la Evaporación registrada en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca*. Bogota.

# **ANEXOS**

## ANEXO 01

### DATA TOPOGRAFICA DEL CANAL

1	747811.991	9113634.51	690.002	E1
2	747813.51	9113626.35	690.259	H
3	747813.464	9113626.23	690.651	R
4	747807.014	9113639.33	690.076	R
5	747807.256	9113639.33	688.699	RI
6	747806.054	9113638.64	690.08	RI
7	747809.674	9113629.47	691.57	R
8	747808.8	9113628.46	691.955	R
9	747808.745	9113628.26	691.329	TN
10	747816.875	9113630.55	689.576	RR
11	747816.105	9113633.24	689.213	RR
12	747811.346	9113636.68	688.801	RR
13	747807.654	9113633.08	690.693	RR
14	747803.835	9113635.48	688.209	F
15	747805.65	9113636.99	688.608	R
16	747807.605	9113637.37	688.261	R
17	747808.163	9113638.98	688.217	R
18	747806.013	9113639.17	690.101	R
19	747805.92	9113639.17	689.803	R
20	747801.276	9113634.53	688.522	C
21	747799.58	9113644.74	689.894	R
22	747799.119	9113644.14	689.893	R
23	747801.699	9113634.67	688.562	C
24	747799.606	9113644.86	687.806	R
25	747798.984	9113644.13	689.346	R
26	747801.798	9113634.73	691.523	R
27	747802.181	9113635.16	691.532	R
28	747802.215	9113635.2	691.921	R
29	747802.626	9113635.63	691.926	R
30	747795.895	9113647.4	689.662	CN
31	747795.318	9113646.9	689.676	CN
32	747792.979	9113645.47	690.79	CN
33	747793.125	9113645.64	689.884	CN
34	747792.666	9113649.78	689.381	CN
35	747792.269	9113649.12	689.388	CN
36	747785.74	9113653.12	690.637	E2
37	747811.983	9113634.51	689.999	H
38	747784.039	9113643.64	690.377	CN
39	747784.076	9113643.75	689.325	CN
40	747783.619	9113643.05	690.387	CN
41	747785.022	9113642.81	690.549	RC
42	747779.59	9113643.86	690.348	CN

43	747779.525	9113643.3	690.359	CN
44	747779.551	9113643.93	689.354	CN
45	747781.126	9113646.22	690.066	CN
46	747781.23	9113646.24	689.188	CN
47	747781.08	9113645.26	690.096	CN
48	747785.999	9113648.04	689.761	TN
49	747785.702	9113649.29	689.685	TN
50	747772.293	9113646.47	689.502	CA
51	747772.307	9113646.55	688.576	CA
52	747772.228	9113649.82	689.571	TN
53	747763.841	9113648.44	689.459	CAA
54	747763.969	9113648.31	688.296	CAA
55	747763.824	9113646.97	688.323	CAA
56	747763.46	9113646.81	689.439	CAA
57	747758.933	9113649.88	689.331	CAA
58	747758.775	9113649.76	688.348	CAA
59	747758.82	9113648.33	689.604	CAA
60	747773.42	9113647.15	689.633	BM1
61	747752.184	9113652.89	689.16	CA
62	747752.201	9113652.81	688.165	CA
63	747752.628	9113654	689.138	TN
64	747754.393	9113657.49	689.191	TN
65	747758.562	9113663.66	689.949	RIOB
66	747739.862	9113658.93	688.763	CA
67	747739.818	9113658.89	688.06	CA
68	747738.58	9113658.32	689.78	P
69	747724.574	9113669.36	688.611	BM2
70	747785.727	9113653.12	690.637	G
72	747725	9113662.3	691.769	RO
73	747735.588	9113666.38	688.712	TN
74	747729.734	9113663.68	688.671	CA
75	747729.646	9113663.61	687.965	CA
76	747716.643	9113666.69	692.251	RO
77	747722.906	9113666.36	688.688	CA
78	747722.769	9113666.11	687.91	CA
79	747724.484	9113663.22	689.615	RO
80	747730.938	9113674.78	688.695	BR
81	747732.301	9113660.53	689.867	R
82	747719.461	9113668.28	688.59	AC
83	747720.504	9113670.94	688.555	AC
84	747719.491	9113668.17	688.239	AC
85	747719.841	9113671.2	687.462	AC
86	747718.364	9113668.7	688.543	AC
87	747717.608	9113671.83	688.501	AC

88	747716.701	9113669.37	688.752	COM
89	747714.776	9113670.13	688.721	COM
90	747708.969	9113675.7	689.28	CAM
91	747715.441	9113667.99	689.153	CA
92	747716.072	9113667.74	689.104	CA
93	747716.015	9113667.83	687.737	CA
94	747707.406	9113672.15	688.841	CA
95	747713.973	9113668.41	689.085	T
96	747714.023	9113668.58	687.701	T
97	747699.548	9113675.16	689.783	CAM
98	747701.472	9113682.21	689.968	CAM
99	747704.39	9113672.71	688.927	CAM
100	747704.134	9113672.48	687.721	CAM
101	747684.27	9113683.74	690.057	CAM
102	747682.143	9113677.53	689.893	CAM
103	747691.423	9113674.51	687.856	CA
104	747707.165	9113678.58	689.908	E4
105	747724.438	9113679.09	687.807	AC
107	747695.247	9113687.45	690.202	BRI
108	747714.05	9113680.27	689.336	BRI
109	747676.749	9113678.54	689.918	CA
110	747751.742	9113651.74	689.445	AC
111	747751.885	9113651.89	688.172	AC
112	747758.806	9113648.64	688.364	AC
113	747792.856	9113650.2	687.081	RIO
114	747786.15	9113655.34	688.337	RIO
115	747759.444	9113665.89	686.649	RIO
116	747732.764	9113678.85	685.995	RIO
117	747747.12	9113669.46	689.454	BRI
118	747748.776	9113672.66	686.222	RIO
119	747784.531	9113658.27	686.802	RIO
120	747725.777	9113683.02	685.793	RIO
121	747715.799	9113685.53	685.572	RIO
122	747696.036	9113692.34	685.002	RIO
123	747681.588	9113689.68	690.22	PNT
124	747685.375	9113693.88	684.632	RIO
125	747676.815	9113677.3	689.802	AC
126	747847.249	9113668.61	688.651	RIO
127	747834.317	9113678.73	686.931	RIO
128	747811.68	9113690.65	686.652	RIO
129	747791.506	9113696.2	686.499	RIO
130	747766.611	9113704.63	686.072	RIO
131	747753.016	9113709.44	685.643	RIO
132	747732.183	9113711.41	685.422	RIO
133	747718.795	9113715.17	684.852	RIO
134	747707.22	9113719.65	684.482	RIO

135	747855.638	9113672.69	693.238	BRIO
136	747812.921	9113693.83	691.239	BRIO
137	747792.503	9113699.45	691.086	BRIO
138	747767.723	9113707.84	690.659	BRIO
139	747753.754	9113712.78	690.23	BRIO
140	747732.808	9113714.76	690.009	BRIO
141	747719.871	9113718.4	689.439	BRIO
142	747708.448	9113722.82	689.069	BRIO
143	747677.679	9113692.66	690.282	PNT
144	747713.344	9113732.15	690.643	PNT
145	747709.742	9113734.87	690.703	PNT
146	747656.346	9113676.41	690.022	CAM
147	747660.144	9113682.35	690.072	CAM
148	747820.058	9113624.66	690.33	ROC
149	747844.56	9113618.15	690.507	ROC
150	747832.677	9113621.49	690.43	ROC
151	747852.898	9113614.37	690.332	ROC
152	747864.747	9113660.09	688.634	AC
153	747901.495	9113648.3	688.88	RIO
154	747906.237	9113652.92	691.83	BRIO
155	747869.411	9113666.99	690.53	BRIO
156	747789.271	9113651.42	689.702	TN
157	747788.07	9113650.08	689.753	TN
158	747790.314	9113649.48	689.503	TN
159	747788.338	9113649.26	691.872	ROC
160	747789.871	9113647.94	691.801	ROC
161	747789.151	9113646.51	691.702	ROV
162	747788.292	9113647.58	692	ROC
163	747787.27	9113646.35	691.403	ROCC
164	747786.797	9113645.77	689.701	TN
165	747790.362	9113645.12	689.643	TN
166	747786.831	9113641.43	692.474	ROC
167	747783.096	9113639.74	689.403	TN
168	747784.646	9113637.47	689.793	TN
169	747789.396	9113638.18	689.828	TN
170	747789.791	9113641.96	691.32	ROV
171	747792.815	9113644.71	690.742	CN
172	747809.583	9113635.8	688.743	ROC
173	747805.533	9113633.52	688.223	F
174	747804.207	9113636.89	688.802	TN
175	747802.703	9113635.69	688.852	TN
176	747803.599	9113636.36	688.834	TN
177	747809.096	9113635.87	688.252	F
179	747699.512	9113706.69	684.615	RIO
180	747719.992	9113699.63	685.185	RIO
181	747731.454	9113696.75	685.406	RIO

182	747739.228	9113692.11	685.608	RIO
183	747755.428	9113685.85	685.835	RIO
184	747765.629	9113679.38	686.262	RIO
185	747791.532	9113671.5	686.415	RIO
186	747821.536	9113654.68	687.414	RIO
187	747845.495	9113641.79	688.043	RIO
188	747872.322	9113635.87	688.42	RIO
189	747892.701	9113631.18	688.723	TN
190	747871.705	9113611.15	691.325	BRIO
191	747890.545	9113605.41	692.21	BRIO
192	747806.008	9113623.87	692.016	CONGL
193	747799.055	9113629.84	689.209	CONGL
194	747782.046	9113632.85	690.48	CONGL
195	747776.853	9113638.77	691.046	CONGL
196	747764.764	9113641.33	689.626	CONGL
197	747757.266	9113643.57	689.591	CONGL
198	747748.965	9113647.11	690.132	ROCS
199	747737.286	9113654.11	692.747	ROCS
200	747727.826	9113658.5	692.652	ROCS
201	747716.106	9113664.73	696.938	ROCS
202	747705.594	9113666.98	693.528	ROCS
203	747692.348	9113668.76	692.543	ROCS
204	747677.511	9113671.57	694.58	ROCS
205	747753.254	9113633.5	691.978	ROCS
206	747745.453	9113641.29	695.819	ROCS
207	747735.262	9113649.34	694.434	ROCS
208	747725.548	9113655.7	694.339	ROCS
209	747722.914	9113659.24	693.456	ROCS
210	747713.209	9113659.71	698.625	ROCS
211	747691.08	9113662.2	694.23	ROCS
212	747673.895	9113662.82	698.267	ROCS
213	747809.237	9113628.93	691.943	CN
214	747809.246	9113628.8	691.32	TN
215	747813.097	9113625.76	690.621	CN
216	747809.609	9113629.42	691.912	CN
217	747738.773	9113658.41	688.074	CA
218	747729.739	9113662.61	687.953	CA
219	747729.725	9113662.4	688.983	CA
220	747722.839	9113664.88	688.721	CA
221	747722.86	9113665.13	687.873	AC
222	747708.042	9113670.34	687.583	AC
223	747707.66	9113671.74	687.573	AC
224	747708.055	9113670.03	688.793	AC
225	747702.106	9113671.35	688.834	ROCS
226	747702.544	9113671.59	687.482	AC
227	747703.953	9113672.3	687.473	CA

228	747691.154	9113676.88	689.903	AC
229	747691.173	9113676.2	687.343	CA
230	747691.454	9113674.71	687.802	AC
231	747691.379	9113675.05	687.332	AC
232	747682.991	9113675.69	688.76	AC
233	747682.895	9113676.01	687.302	AC
234	747682.452	9113677.16	687.291	AC
235	747676.963	9113676.73	687.232	AC
236	747677.066	9113675.85	687.221	AC
237	747677.093	9113675.39	689.82	ROCS
238	747720.33	9113671	687.412	AC
239	747719.637	9113671.39	688.602	AC
240	747718.142	9113668.4	688.22	AC
241	747714.629	9113669.76	688.711	AC
242	747714.612	9113669.72	687.693	AC
243	747715.976	9113667.48	689.11	CA
244	747715.063	9113667.84	689.1	CA
245	747713.888	9113668.14	689.09	CA

**Fuente:** *Autoridad propia*



TOPOGRAFIA EN LA ENTRADA DEL CANAL



TOPOGRAFIA EN LA VENTANA DE CAPTACION



TOPOGRAFIA DEL RÌO POROTO



LA TOMA DE LOS PUNTOS EN EL BORDE DEL RIO



LA TOMA DE LOS PUNTOS EN TODO EL CANAL



MEDICIÓN DEL CANAL

## ANEXO 02

### PRUEBAS DE BONDAD

**ESTACIÓN: CALLANCAS**

**Tabla N° 1 :**

*Estación: Callancas*

<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Max*1.13</b>
1972	21.2	18.3	24	6.2	5.5	2.1	0	0	4.2	3.2	11.1	14.6	27.12
1973	20.2	9.4	20	23.1	7.3	5.1	1.3	0	12.1	9.2	4.9	8.5	26.10
1974	15.9	19.4	14.9	10.6	0	5.5	0	0	6.1	9.5	2.1	6	21.92
1975	13.2	29	31	15.5	5.9	3.3	1.3	11	5.6	14.5	6.1	4.3	35.03
1976	22.5	23.4	25.5	8.9	3.9	8.9	0	0	0	6.4	0	12.6	28.82
1977	32.4	26.6	19.2	12.4	2.7	0	1.8	0	5.3	14.4	0.4	11.6	36.61
1978	23.7	13.7	14.9	9.2	9.7	0	0	0	8.6	1.4	8.4	6.5	26.78
1979	8.6	8.6	30.7	6.4	3.2	0	3.8	4.3	3.2	1.5	0	2.6	34.69
1980	5.1	5.8	15	19.9	1.2	0	0	0	0	9.6	17.4	17.7	22.49
1981	19.5	35.5	15.6	7.8	0	1.3	0	2.1	1.8	8.8	4.7	16.1	40.12
1985	1.8	30.4	15.2	9.4	0	0	0	3.2	4.2	0	0	6.1	34.35
1986	17.2	17.3	19.1	15.2	3.2	0	3	3.1	0	3.3	6	7.5	21.58
1987	26.7	16.7	20	16.5	3.1	0.3	4.1	4.2	0.6	5	8.4	9.5	30.17
1988	18	12	15.5	11.4	4.8	2.5	0.2	0	1	8	4.2	6.4	20.34
1989	12.2	23.2	17.2	11.7	1.5	1.3	0	3	4.5	0	1.1	4.2	26.22
1990	1.1	0	6.4	7.5	2	0	0	0	4.2	7.7	5.2	3.2	8.70
1991	1.1	10.1	14.1	12	2.2	1.1	0	0	0	6.2	11.2	6.4	15.93
1992	0	4.5	10.6	2.4	0	0	0	0	0	0	0	1.2	11.98
1993	0	13.4	12.7	13.1	5.3	0	0	0	22.2	15.3	4.2	9.8	25.09
1994	7.8	10	12.4	4.4	6.8	0	3	0	2.7	0	10.4	13.8	15.59
1995	9.6	15	5.2	33.6	3.2	5	2.5	1.7	8.5	11.7	4.3	16.9	37.97
1996	8.6	21.6	22.7	6.9	3.2	0	0	0	3.4	8.1	0	2.4	25.65
1997	5.6	16.1	9.2	10	8.6	3.4	0	0	4.6	21	6.6	23.3	26.33
1998	22.3	42.5	22.1	21.4	5.3	3.4	0	0	3.4	11.3	6.2	11.8	48.03
1999	14.9	37.5	12.8	16.4	9.1	6.9	2.5	0	8.3	4.7	7.8	13.8	42.38
2000	13.7	20.8	17.1	14.6	22	3.2	0	4.3	5.1	7	9	17.6	24.86
2001	15.9	8.8	33.6	14.4	5.5	3.1	0	0	6.2	17	8.3	8.8	37.97
2002	5.7	32.4	26	23.4	0.9	4	0	0	0.8	7.8	23.7	9.5	36.61
2003	13.4	28.8	7.6	9	5.1	4	1.5	0.2	3.1	4	3.2	22.2	32.54
2004	4.2	17.5	23.1	5.6	12.4	0	1.1	0	7.5	18.6	4.3	21	26.10
2005	8	11.2	32	4.8	0	0.1	0	0	0	7.7	3.9	9.9	36.16
2006	15	19.3	19.6	12.9	8.3	6.5	3.6	1	1.9	1.3	5.8	9.6	22.15
2007	10.6	6.3	19.9	15.5	31.9	0	0	0.1	1	9.5	10.5	9.5	36.05
2008	25.8	31.9	19.8	16.8	1.6	3	0.7	0.7	1.4	11.6	7.8	0.5	36.05

**Fuente: SENHAMI**

**Tabla N° 2:***Distribución Normal – Momentos Lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	8.7	0.0286	0.0119	0.0126	0.0166
2	11.98	0.0571	0.0294	0.0306	0.0278
3	15.59	0.0857	0.0689	0.0709	0.0168
4	15.93	0.1143	0.0742	0.0761	0.0401
5	20.34	0.1429	0.1712	0.1736	0.0284
6	21.58	0.1714	0.209	0.2113	0.0376
7	21.92	0.2	0.2202	0.2224	0.0202
8	22.15	0.2286	0.2279	0.2301	0.0007
9	22.49	0.2571	0.2396	0.2418	0.0175
10	24.86	0.2857	0.3297	0.3312	0.0439
11	25.09	0.3143	0.3391	0.3405	0.0248
12	25.65	0.3429	0.3624	0.3637	0.0196
13	26.1	0.3714	0.3816	0.3827	0.0101
14	26.1	0.4	0.3816	0.3827	0.0184
15	26.22	0.4286	0.3867	0.3878	0.0418
16	26.33	0.4571	0.3915	0.3925	0.0657
17	26.78	0.4857	0.411	0.4119	0.0747
18	27.12	0.5143	0.426	0.4267	0.0883
19	28.82	0.5429	0.5018	0.5018	0.041
20	30.17	0.5714	0.5622	0.5616	0.0092
21	32.54	0.6	0.6639	0.6624	0.0639
22	34.35	0.6286	0.7346	0.7326	0.106
23	34.7	0.6571	0.7470	0.7449	0.0898
24	35.0	0.6857	0.7590	0.7569	0.0733
25	36.1	0.7143	0.7933	0.7911	0.0790
26	36.1	0.7429	0.7933	0.7911	0.0505
27	36.2	0.7714	0.7968	0.7946	0.0254
28	36.6	0.8000	0.8108	0.8085	0.0108
29	36.6	0.8286	0.8108	0.8085	0.0177
30	38.0	0.8571	0.8494	0.8471	0.0077
31	38.0	0.8857	0.8494	0.8471	0.0363
32	40.1	0.9143	0.8990	0.8968	0.0153
33	42.4	0.9429	0.9370	0.9352	0.0059
34	48.0	0.9714	0.9848	0.9840	0.0134
				DELTA TEORICO =	0.1060

*Fuente: Autoridad propia*

**Tabla N° 3:***Distribución Log Normal 2 Parámetros – Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	8.7	0.0286	0.0009	0.0005	0.0277
2	11.98	0.0571	0.0123	0.0093	0.0449
3	15.59	0.0857	0.0635	0.0551	0.0222
4	15.93	0.1143	0.0712	0.0623	0.0431
5	20.34	0.1429	0.2128	0.2022	0.07
6	21.58	0.1714	0.2629	0.2533	0.0915
7	21.92	0.2	0.2771	0.2679	0.0771
8	22.15	0.2286	0.2868	0.2779	0.0582
9	22.49	0.2571	0.3012	0.2927	0.044
10	24.86	0.2857	0.4027	0.3982	0.117
11	25.09	0.3143	0.4125	0.4085	0.0982
12	25.65	0.3429	0.4362	0.4333	0.0934
13	26.1	0.3714	0.4551	0.453	0.0836
14	26.1	0.4	0.4551	0.453	0.0551
15	26.22	0.4286	0.4601	0.4582	0.0315
16	26.33	0.4571	0.4646	0.463	0.0075
17	26.78	0.4857	0.4831	0.4823	0.0026
18	27.12	0.5143	0.4969	0.4968	0.0174
19	28.82	0.5429	0.5632	0.5661	0.0203
20	30.17	0.5714	0.612	0.6171	0.0406
21	32.54	0.6	0.6886	0.6967	0.0886
22	34.35	0.6286	0.739	0.7487	0.1104
23	34.7	0.6571	0.7477	0.7576	0.0906
24	35.0	0.6857	0.7562	0.7663	0.0705
25	36.1	0.7143	0.7802	0.7907	0.0659
26	36.1	0.7429	0.7802	0.7907	0.0373
27	36.2	0.7714	0.7826	0.7932	0.0112
28	36.6	0.8000	0.7925	0.8032	0.0075
29	36.6	0.8286	0.7925	0.8032	0.0361
30	38.0	0.8571	0.8199	0.8310	0.0372
31	38.0	0.8857	0.8199	0.8310	0.0658
32	40.1	0.9143	0.8568	0.8678	0.0575
33	42.4	0.9429	0.8881	0.8986	0.0548
34	48.0	0.9714	0.9406	0.9487	0.0309
				DELTA TEORICO =	0.1170

*Fuente: Autoridad propia*

**Tabla N° 4:***Distribución Gumbel- Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	8.7	0.0286	0	0.0002	0.0285
2	11.98	0.0571	0.0018	0.0037	0.0554
3	15.59	0.0857	0.0232	0.0329	0.0625
4	15.93	0.1143	0.0277	0.0384	0.0865
5	20.34	0.1429	0.15	0.1683	0.0071
6	21.58	0.1714	0.2047	0.2222	0.0332
7	21.92	0.2	0.2208	0.238	0.0208
8	22.15	0.2286	0.232	0.2488	0.0034
9	22.49	0.2571	0.2488	0.265	0.0084
10	24.86	0.2857	0.3722	0.3829	0.0865
11	25.09	0.3143	0.3844	0.3945	0.0701
12	25.65	0.3429	0.414	0.4225	0.0712
13	26.1	0.3714	0.4376	0.4448	0.0662
14	26.1	0.4	0.4376	0.4448	0.0376
15	26.22	0.4286	0.4439	0.4507	0.0153
16	26.33	0.4571	0.4496	0.4561	0.0075
17	26.78	0.4857	0.4728	0.478	0.0129
18	27.12	0.5143	0.49	0.4943	0.0243
19	28.82	0.5429	0.5723	0.5722	0.0294
20	30.17	0.5714	0.6317	0.6287	0.0603
21	32.54	0.6	0.7216	0.715	0.1216
22	34.35	0.6286	0.7778	0.7696	0.1492
23	34.7	0.6571	0.7872	0.7788	0.1300
24	35.0	0.6857	0.7963	0.7877	0.1105
25	36.1	0.7143	0.8215	0.8126	0.1072
26	36.1	0.7429	0.8215	0.8126	0.0786
27	36.2	0.7714	0.8240	0.8151	0.0526
28	36.6	0.8000	0.8341	0.8251	0.0341
29	36.6	0.8286	0.8341	0.8251	0.0055
30	38.0	0.8571	0.8615	0.8525	0.0044
31	38.0	0.8857	0.8615	0.8525	0.0242
32	40.1	0.9143	0.8965	0.8879	0.0178
33	42.4	0.9429	0.9241	0.9164	0.0187
34	48.0	0.9714	0.9657	0.9605	0.0057
				DELTA TEORICO =	0.1492

*Fuente: Autoridad propia*

**Tabla N° 5:***Distribución Log Gumbel - Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	8.7	0.0286	0	0	0.0286
2	11.98	0.0571	0	0	0.0571
3	15.59	0.0857	0.0188	0.0184	0.0669
4	15.93	0.1143	0.0251	0.0246	0.0892
5	20.34	0.1429	0.2102	0.2093	0.0673
6	21.58	0.1714	0.2818	0.281	0.1103
7	21.92	0.2	0.3015	0.3008	0.1015
8	22.15	0.2286	0.3148	0.3141	0.0863
9	22.49	0.2571	0.3344	0.3337	0.0773
10	24.86	0.2857	0.463	0.4627	0.1773
11	25.09	0.3143	0.4745	0.4742	0.1602
12	25.65	0.3429	0.5016	0.5014	0.1588
13	26.1	0.3714	0.5226	0.5225	0.1512
14	26.1	0.4	0.5226	0.5225	0.1226
15	26.22	0.4286	0.5281	0.5279	0.0995
16	26.33	0.4571	0.533	0.5329	0.0759
17	26.78	0.4857	0.5528	0.5527	0.0671
18	27.12	0.5143	0.5672	0.5672	0.0529
19	28.82	0.5429	0.6326	0.6328	0.0898
20	30.17	0.5714	0.6772	0.6775	0.1058
21	32.54	0.6	0.7417	0.7421	0.1417
22	34.35	0.6286	0.7812	0.7816	0.1526
23	34.7	0.6571	0.7878	0.7882	0.1306
24	35.0	0.6857	0.7941	0.7946	0.1084
25	36.1	0.7143	0.8119	0.8124	0.0976
26	36.1	0.7429	0.8119	0.8124	0.0690
27	36.2	0.7714	0.8137	0.8142	0.0423
28	36.6	0.8000	0.8209	0.8213	0.0209
29	36.6	0.8286	0.8209	0.8213	0.0077
30	38.0	0.8571	0.8406	0.8411	0.0165
31	38.0	0.8857	0.8406	0.8411	0.0451
32	40.1	0.9143	0.8667	0.8672	0.0476
33	42.4	0.9429	0.8887	0.8892	0.0541
34	48.0	0.9714	0.9268	0.9272	0.0446
				DELTA TEORICO =	0.1773

*Fuente: Autoridad propia*

**Tabla N° 6:***Distribución Gamma 2 Parámetros – Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	8.7	0.0286	0.002	0.0178	0.0266
2	11.98	0.0571	0.0147	0.0575	0.0424
3	15.59	0.0857	0.0602	0.1345	0.0255
4	15.93	0.1143	0.0668	0.1434	0.0475
5	20.34	0.1429	0.1921	0.2772	0.0492
6	21.58	0.1714	0.2387	0.3189	0.0672
7	21.92	0.2	0.2521	0.3304	0.0521
8	22.15	0.2286	0.2613	0.3383	0.0328
9	22.49	0.2571	0.2752	0.3499	0.018
10	24.86	0.2857	0.3759	0.4309	0.0902
11	25.09	0.3143	0.3859	0.4387	0.0717
12	25.65	0.3429	0.4104	0.4576	0.0675
13	26.1	0.3714	0.43	0.4726	0.0586
14	26.1	0.4	0.43	0.4726	0.03
15	26.22	0.4286	0.4353	0.4766	0.0067
16	26.33	0.4571	0.44	0.4802	0.0171
17	26.78	0.4857	0.4596	0.4951	0.0261
18	27.12	0.5143	0.4743	0.5062	0.04
19	28.82	0.5429	0.546	0.56	0.0032
20	30.17	0.5714	0.6001	0.6006	0.0287
21	32.54	0.6	0.6867	0.6665	0.0867
22	34.35	0.6286	0.7444	0.7118	0.1158
23	34.7	0.6571	0.7543	0.7198	0.0972
24	35.0	0.6857	0.7640	0.7276	0.0783
25	36.1	0.7143	0.7915	0.7502	0.0772
26	36.1	0.7429	0.7915	0.7502	0.0486
27	36.2	0.7714	0.7943	0.7525	0.0229
28	36.6	0.8000	0.8055	0.7619	0.0055
29	36.6	0.8286	0.8055	0.7619	0.0230
30	38.0	0.8571	0.8366	0.7888	0.0205
31	38.0	0.8857	0.8366	0.7888	0.0491
32	40.1	0.9143	0.8777	0.8264	0.0366
33	42.4	0.9429	0.9113	0.8598	0.0315
34	48.0	0.9714	0.9630	0.9206	0.0084
				DELTA TEORICO =	0.1158

*Fuente: Autoridad propia*

**Tabla N° 7:***Distribución Log Pearson Tipo III- Momentos Lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	8.7	0.0286	0	0	0.0286
2	11.98	0.0571	0	0	0.0571
3	15.59	0.0857	0	0	0.0857
4	15.93	0.1143	0	0	0.1143
5	20.34	0.1429	0	0	0.1429
6	21.58	0.1714	0	0	0.1714
7	21.92	0.2	0	0	0.2
8	22.15	0.2286	0	0	0.2286
9	22.49	0.2571	0	0	0.2571
10	24.86	0.2857	0	0	0.2857
11	25.09	0.3143	0	0	0.3143
12	25.65	0.3429	0	0	0.3429
13	26.1	0.3714	0	0	0.3714
14	26.1	0.4	0	0	0.4
15	26.22	0.4286	0	0	0.4286
16	26.33	0.4571	0	0	0.4571
17	26.78	0.4857	0	0	0.4857
18	27.12	0.5143	0	0	0.5143
19	28.82	0.5429	0	0	0.5429
20	30.17	0.5714	0	0	0.5714
21	32.54	0.6	0	0	0.6
22	34.35	0.6286	0	0	0.6286
23	34.7	0.6571	0.0000	0.0000	0.6571
24	35.0	0.6857	0.0000	0.0000	0.6857
25	36.1	0.7143	0.0000	0.0000	0.7143
26	36.1	0.7429	0.0000	0.0000	0.7429
27	36.2	0.7714	0.0000	0.0000	0.7714
28	36.6	0.8000	0.0000	0.0000	0.8000
29	36.6	0.8286	0.0000	0.0000	0.8286
30	38.0	0.8571	0.0000	0.0000	0.8571
31	38.0	0.8857	0.0000	0.0000	0.8857
32	40.1	0.9143	0.0000	0.0000	0.9143
33	42.4	0.9429	0.0000	0.0000	0.9429
34	48.0	0.9714	0.0000	0.0000	0.9714
				DELTA TEORICO =	0.9714

**Fuente:** *Autoridad propia*

**RESUMEN**

DELTA TABULAR 0.2332

DELTA TEORICO - DELTA TABULAR:

NORMAL 0.1272

LOG NORMAL DE 2 P 0.1162

GAMMA 2 P 0.1174

GUMBEL 0.0840

LOG GUMBEL 0.0559

LOG PEARSON TIPO III 0.7382

MINIMO 0.0559

LA DISTRIBUCION A EMPLEAR SERA LOG GUMBEL

**ESTACIÓN: CAPACHIQUE****Tabla N° 8:***Estación Capachique*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max*1.13
1966	7.3	3.1	27	23	13.4	0	0	0	13	18.4	18	18.3	30.51
1967	20.7	28.8	19.8	20.8	20.7	0	18	4.3	19	33.1	27.3	19.8	37.40
1968	18.8	17.8	28.8	19.8	6.8	0	4.7	7.1	14.4	18.5	8.9	15.5	32.54
1969	10.7	17.7	28.4	20.2	19.5	14.5	3.2	0	10.2	10.8	30.8	30.7	34.80
1970	33.1	10.2	48.9	21	30.8	10	3.5	7.8	13.7	26	13.4	20.7	55.26
1971	13.1	35.6	25.2	20	7.2	15.2	5.1	8.7	13.1	14.1	18.5	14.8	40.23
1972	14.6	18.2	17.3	21.7	10.5	12.4	15.1	2.9	3.1	5.1	7.8	11.2	24.52
1973	25.4	44.4	27.7	28.5	10.2	10.3	3.5	4.2	10.9	15.7	21.1	16.2	50.17
1974	23.4	46.5	28.2	20.9	13	10.5	10.1	6.4	10.1	26.1	11.4	28.1	52.55
1975	32.9	42.7	39.5	37.6	14.1	18.7	4.7	12.5	20.1	25.3	11.5	14.1	48.25
1976	24.9	39.1	40.5	17.9	15	14.1	1.8	5.2	2.4	14.2	6.2	8.2	45.77
1977	25.5	43	26.6	37.8	14.2	6.3	3.6	0	12.2	27.6	18.3	16.6	48.59
1978	15.1	27.9	24.1	16.9	18.1	2.2	3.7	0	13.8	9.3	5.6	11.4	31.53
1979	11.4	20	36.3	21.8	4.1	0	4.7	10.2	16.4	3.4	14.1	14.4	41.02
1980	15	12.2	18.8	20.1	0	0	3.6	5.5	0	16.4	15.9	8.4	22.71
1981	11.7	25.9	25.1	12.1	10.3	6.2	0	5.2	4.6	9.3	9.6	16.8	29.27
1982	16.8	10.3	17.4	17.5	16	3.8	0	0	8.2	12.7	17.4	16.7	19.78
1985	11.8	13.6	12.5	12.4	5.2	0.6	0	2.3	14.5	5.2	5.4	14.3	16.39
1986	20.1	14.5	14.1	13.7	13	0.9	8.4	6.4	0.9	7.7	10.4	15.7	22.71
1987	13.9	10.2	18.5	18.1	9.5	0.9	0.9	4.1	7.8	6.3	9.3	7.8	20.91

Fuente: *SENHAMI*

**Tabla N° 9:***Distribución Normal- Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	16.39	0.0476	0.0586	0.0667	0.011
2	19.78	0.0952	0.0994	0.1092	0.0042
3	20.91	0.1429	0.1168	0.127	0.026
4	22.71	0.1905	0.1488	0.1592	0.0417
5	22.71	0.2381	0.1488	0.1592	0.0893
6	24.52	0.2857	0.1864	0.1967	0.0993
7	29.27	0.3333	0.3098	0.3172	0.0235
8	30.51	0.381	0.347	0.3531	0.034
9	31.53	0.4286	0.3788	0.3837	0.0498
10	32.54	0.4762	0.4111	0.4148	0.0651
11	34.8	0.5238	0.4852	0.4859	0.0386
12	37.4	0.5714	0.571	0.5681	0.0004
13	40.23	0.619	0.6606	0.6542	0.0416
14	41.02	0.6667	0.6843	0.6771	0.0176
15	45.77	0.7143	0.8091	0.7989	0.0948
16	48.25	0.7619	0.86	0.8497	0.0981
17	48.59	0.8095	0.8662	0.8559	0.0567
18	50.17	0.8571	0.8925	0.8825	0.0354
19	52.55	0.9048	0.9247	0.9158	0.02
20	55.26	0.9524	0.9518	0.9444	0.0006
				DELTA TEORICO =	0.0993

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 10:***Distribución Log Normal 2 Parámetros – Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.39	0.0476	0.0262	0.0308	0.0214
2	19.78	0.0952	0.0773	0.0852	0.0179
3	20.91	0.1429	0.1019	0.1105	0.0409
4	22.71	0.1905	0.1483	0.1574	0.0421
5	22.71	0.2381	0.1483	0.1574	0.0898
6	24.52	0.2857	0.2025	0.2112	0.0832
7	29.27	0.3333	0.3647	0.3695	0.0314
8	30.51	0.381	0.4083	0.4117	0.0274
9	31.53	0.4286	0.4438	0.4458	0.0152
10	32.54	0.4762	0.4782	0.479	0.002
11	34.8	0.5238	0.5517	0.5498	0.0279
12	37.4	0.5714	0.6286	0.624	0.0571
13	40.23	0.619	0.7014	0.6947	0.0824
14	41.02	0.6667	0.7197	0.7125	0.0531
15	45.77	0.7143	0.8115	0.8026	0.0972
16	48.25	0.7619	0.8481	0.8391	0.0862
17	48.59	0.8095	0.8526	0.8436	0.0431
18	50.17	0.8571	0.872	0.863	0.0148
19	52.55	0.9048	0.8967	0.8881	0.008
20	55.26	0.9524	0.9194	0.9115	0.0329
				DELTA TEORICO =	0.0972

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 11:***Distribución Gumbel – Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	16.39	0.0476	0.0152	0.0288	0.0324
2	19.78	0.0952	0.0541	0.0783	0.0412
3	20.91	0.1429	0.0753	0.1022	0.0676
4	22.71	0.1905	0.1182	0.1477	0.0722
5	22.71	0.2381	0.1182	0.1477	0.1199
6	24.52	0.2857	0.1719	0.2014	0.1138
7	29.27	0.3333	0.346	0.3653	0.0127
8	30.51	0.381	0.3946	0.4098	0.0136
9	31.53	0.4286	0.4342	0.446	0.0057
10	32.54	0.4762	0.4728	0.4812	0.0034
11	34.8	0.5238	0.555	0.5563	0.0312
12	37.4	0.5714	0.64	0.6346	0.0686
13	40.23	0.619	0.7188	0.7083	0.0998
14	41.02	0.6667	0.7383	0.7267	0.0716
15	45.77	0.7143	0.8328	0.8182	0.1185
16	48.25	0.7619	0.869	0.8543	0.1071
17	48.59	0.8095	0.8733	0.8587	0.0638
18	50.17	0.8571	0.8918	0.8777	0.0347
19	52.55	0.9048	0.915	0.9018	0.0102
20	55.26	0.9524	0.9356	0.9237	0.0168
				DELTA TEORICO =	0.1199

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 12:***Distribución Log Gumbel – Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.39	0.0476	0.0012	0.0038	0.0465
2	19.78	0.0952	0.0307	0.0485	0.0646
3	20.91	0.1429	0.057	0.08	0.0859
4	22.71	0.1905	0.1175	0.1451	0.0729
5	22.71	0.2381	0.1175	0.1451	0.1205
6	24.52	0.2857	0.1952	0.2222	0.0905
7	29.27	0.3333	0.4169	0.4294	0.0836
8	30.51	0.381	0.4696	0.4777	0.0887
9	31.53	0.4286	0.5101	0.5149	0.0816
10	32.54	0.4762	0.5476	0.5494	0.0714
11	34.8	0.5238	0.6217	0.6179	0.0979
12	37.4	0.5714	0.6917	0.6833	0.1202
13	40.23	0.619	0.752	0.7405	0.1329
14	41.02	0.6667	0.7663	0.7543	0.0997
15	45.77	0.7143	0.8346	0.8209	0.1203
16	48.25	0.7619	0.8606	0.8468	0.0987
17	48.59	0.8095	0.8637	0.85	0.0542
18	50.17	0.8571	0.8774	0.8638	0.0202
19	52.55	0.9048	0.8948	0.8817	0.0099
20	55.26	0.9524	0.9111	0.8986	0.0412
				DELTA TEORICO =	0.1329

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 13:***Distribución Gamma 2 Parámetros-Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.39	0.0476	0.0315	0.1239	0.0162
2	19.78	0.0952	0.0782	0.1954	0.017
3	20.91	0.1429	0.1	0.2215	0.0428
4	22.71	0.1905	0.141	0.2647	0.0494
5	22.71	0.2381	0.141	0.2647	0.0971
6	24.52	0.2857	0.1895	0.3095	0.0962
7	29.27	0.3333	0.3413	0.4281	0.0079
8	30.51	0.381	0.3841	0.4584	0.0031
9	31.53	0.4286	0.4195	0.4829	0.0091
10	32.54	0.4762	0.4545	0.5067	0.0217
11	34.8	0.5238	0.531	0.5579	0.0072
12	37.4	0.5714	0.6136	0.6131	0.0422
13	40.23	0.619	0.6942	0.668	0.0751
14	41.02	0.6667	0.7146	0.6824	0.048
15	45.77	0.7143	0.8182	0.7592	0.1039
16	48.25	0.7619	0.8594	0.7931	0.0975
17	48.59	0.8095	0.8644	0.7974	0.0549
18	50.17	0.8571	0.8859	0.8166	0.0287
19	52.55	0.9048	0.9128	0.8427	0.008
20	55.26	0.9524	0.9367	0.8685	0.0157
				DELTA TEORICO =	0.1039

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 14:***Distribución Log Pearson Tipo III -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.39	0.0476	0	0.0127	0.0476
2	19.78	0.0952	0	0.0685	0.0952
3	20.91	0.1429	0	0.0986	0.1429
4	22.71	0.1905	0	0.156	0.1905
5	22.71	0.2381	0	0.156	0.2381
6	24.52	0.2857	0	0.2217	0.2857
7	29.27	0.3333	0	0.4031	0.3333
8	30.51	0.381	0	0.448	0.381
9	31.53	0.4286	0	0.4834	0.4286
10	32.54	0.4762	0	0.5169	0.4762
11	34.8	0.5238	0	0.5858	0.5238
12	37.4	0.5714	0	0.6547	0.5714
13	40.23	0.619	0	0.7175	0.619
14	41.02	0.6667	0	0.733	0.6667
15	45.77	0.7143	0	0.8096	0.7143
16	48.25	0.7619	0	0.8401	0.7619
17	48.59	0.8095	0	0.8439	0.8095
18	50.17	0.8571	0	0.8602	0.8571
19	52.55	0.9048	0	0.8814	0.9048
20	55.26	0.9524	0	0.9014	0.9524
				DELTA TEORICO =	0.9524

**Fuente:** *Autoridad propia***RESUMEN**

DELTA TABULAR 0.3041

DELTA TEORICO - DELTA TABULAR:

NORMAL 0.2048

LOG NORMAL DE 2 P 0.2069

GAMMA 2 P 0.2002

GUMBEL 0.1842

LOG GUMBEL 0.1712

LOG PEARSON TIPO III 0.6483

MINIMO 0.1712

**LA DISTRIBUCION A EMPLEAR SERA****LOG GUMBEL**

## ESTACIÓN: JULCÁN

**Tabla N° 15:**

*Estación Julcán*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max*1.1:
1964	19.5	20	32	34.5	7	2.5	8.2	15.5	12.5	14.5	13.9	6	38.99
1965	27	29.5	23	22.2	13	7.2	5.3	7.4	9.8	6.7	7.2	11.8	33.34
1966	22.7	12.5	13	9.7	9.3	4.6	0	4.2	7.2	9	2.3	11.3	25.65
1967	21.4	23.3	14.2	9.6	9.6	2.7	5.6	4.3	6.8	16.7	8.6	2.7	26.33
1968	4.6	8.2	12.3	4.3	6.8	0	0	4.7	4.7	9.3	10.3	12.2	13.90
1969	12.5	10.3	18.4	12.2	8.7	10.3	0	4.6	4.8	5.3	26	22	29.38
1970	18	0	15	18	13.3	7.3	0	7.6	8.5	8	7.8	16.3	20.34
1971	8.9	28.3	32.1	8.2	7.4	4.2	4.7	9.6	9.2	8.3	7.3	8.4	36.27
1972	12.4	11.3	19.2	12.3	11.5	4.7	3.2	9.2	7.3	7.2	9.5	15.7	21.70
1973	38.3	9.8	16.2	29.5	23.1	7.3	12	4.7	8.5	13.5	12.8	9.6	43.28
1974	13.4	11.4	24.7	12.8	5.4	12.7	6.4	13.4	12.4	11.2	15.2	11.5	27.91
1975	18.8	27.8	11.2	17.8	15	0	4.2	18.7	19.7	25.7	13.5	10.2	31.41
1976	23	13.4	33	13.7	5.4	6.9	0	9.5	0.4	0	4.5	9.5	37.29
1978	15	14.7	21.4	15.3	7.2	3.4	1.3	0	15.6	7.4	18.8	11	24.18
1979	26.1	16	53.6	0	3.4	3.5	0	12.2	12.3	0	3	4.7	60.57
1980	11.3	8.2	35.8	7.2	2.5	0	0	2	0	25	28.2	25.5	40.45
1981	39.9	26.1	30.5	10.2	18.2	10.5	0	10.5	2.2	15.2	10.2	16.7	45.09
1982	5.6	3.2	22	14.7	11.3	0	6.1	7	0.01	11.6	16.5	19.7	24.86
1983	21.5	30.2	19.5	19.8	0	0	0	0.01	24.6	31.7	16	21.4	35.82
1985	2.2	21.2	13.6	0	0	3	0	0.3	8.6	11.1	0.01	19.2	23.96
1986	30.5	13.8	16.4	12	2.1	0	0	4.8	27.5	9.1	8.2	22.4	34.47
1987	24.6	13.5	32.3	22.1	3.2	4	4.2	0.01	4.5	5.1	15.9	10.2	36.50
1988	30.6	15.4	11.2	7.5	9.1	7.4	0	9.3	8.2	24.7	11.9	7.3	34.58
1989	19	25.9	18.5	6.5	3	0	0	1.2	9.3	15.7	0	0	29.27
1991	0	10.2	12	25.5	16.5	0.01	0	7.1	0	9.6	10.2	12.5	28.82
1994	10.4	14.1	22.1	11.6	4.7	3.5	1	0.5	7.8	6.4	14.4	21.1	24.97
1995	17.3	11.5	20.7	8.4	13.5	2.5	1.9	2.1	14	23.7	20.1	37.7	42.60
1996	21.8	54.2	23.3	22.9	14.3	3.6	0.6	10.5	9.7	18.2	15.7	22.6	61.25
1997	7.1	26.9	24.5	26.6	12.9	1.5	0	5.2	14.3	15	22.5	40	45.20
1998	50.8	31.2	37.4	26	7.7	5	0.7	8.8	21	16.5	11.6	17.3	57.40
1999	35.9	51.2	30	24.2	15.3	12.9	20	9.3	26.9	18.4	12.5	17	57.86
2000	38.9	33.7	33.8	33.1	22	12.9	5.3	32.6	7.4	11.2	18.2	22.1	43.96
2001	38.9	18.5	56.5	18.1	14.7	13.1	4.3	0	13	18	10.8	15.9	63.85
2002	14.9	33.7	37.6	28.9	6.1	8	2.3	0	0	12	26.9	10	42.49
2003	20	24.5	25	24.8	4.7	3.9	4.5	5.5	3.5	13.1	12.6	38.5	43.51
2004	8	47.7	21.3	12.2	12.5	4.2	7.7	0	12.2	19.2	25.7	22	53.90
2005	24.5	21.9	40.7	14	5.3	2.2	0	3.5	2.2	18.7	6.6	17.5	45.99
2006	19.7	28.4	34.1	18	2.9	8.8	2.1	8.1	14.7	9.5	41	26.6	46.33
2007	25.7	22.9	40.2	27.3	20.7	3.7	4.9	11.2	20.5	22.9	14.4	26.1	45.43
2008	24.5	45.9	25.1	20.6	5.6	13.5	2	3.1	29	29.6	25.4	22	51.87
2009	26.3	24.1	40.8	24	17.9	13.2	8.6	9.4	8.3	21.6	26.3	15.9	46.10
2010	35	32	19.2	31.2	10.2	9.6	18	3.6	12.3	3.3	12	22.6	39.55
2011	34.1	19.6	54.5	47.4	8.7	3.8	13	0	15.4	8.6	16.8	22.1	61.59
2012	31.5	36.4	40.3	23.1	12.4	3.5	0	2.3	13.8	17	14.5	36.1	45.54
2013	13.1	30.4	36.7	10.8	9.7	19.8	1.2	2.5	2	29.8	16.9	22.5	41.47
2014	12.9	13.6	25.4	29.9	9.6	4.6	2.7	1.7	17.1	22.7	16.9	31.1	35.14
2015	23.6	18.2	26	26	29.6	3.2	3.7	0	10.1	16.3	28.9	26.8	33.45
2016	10.1	30.8	17.6	25.5	6.8	3.9	0	0.7	8.3	16.2	5.1	17.9	34.80
2017	20.8	24.1	40.7										45.99

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 16:**

*Distribución Normal-Momentos lineales*

m	X	F(X)	F(Z) Ordinaria	F(Z) Mom. Lineal	Delta
1	13.9	0.02	0.0167	0.0178	0.0033
2	20.34	0.04	0.0567	0.0589	0.0167
3	21.7	0.06	0.071	0.0734	0.011
4	23.96	0.08	0.1008	0.1035	0.0208
5	24.18	0.1	0.1041	0.1068	0.0041
6	24.86	0.12	0.1148	0.1176	0.0052
7	24.97	0.14	0.1167	0.1195	0.0233
8	25.65	0.16	0.1283	0.1312	0.0317
9	26.33	0.18	0.1407	0.1436	0.0393
10	27.91	0.2	0.1727	0.1756	0.0273
11	28.82	0.22	0.1931	0.196	0.0269
12	29.27	0.24	0.2037	0.2065	0.0363
13	29.38	0.26	0.2063	0.2091	0.0537
14	31.41	0.28	0.2586	0.2611	0.0214
15	33.34	0.3	0.314	0.3161	0.014
16	33.45	0.32	0.3173	0.3193	0.0027
17	34.47	0.34	0.3486	0.3503	0.0086
18	34.58	0.36	0.3521	0.3538	0.0079
19	34.8	0.38	0.359	0.3606	0.021
20	35.14	0.4	0.3698	0.3713	0.0302
21	35.82	0.42	0.3917	0.3929	0.0283
22	36.27	0.44	0.4064	0.4075	0.0336
23	36.5	0.4600	0.4139	0.4149	0.0461
24	37.3	0.4800	0.4401	0.4408	0.0399
25	39.0	0.5	0.4972	0.4972	0.0028
26	39.6	0.5200	0.5161	0.5159	0.0039
27	40.5	0.5400	0.5463	0.5458	0.0063
28	41.5	0.5600	0.5803	0.5793	0.0203
29	42.5	0.5800	0.6136	0.6123	0.0336
30	42.6	0.6000	0.6172	0.6158	0.0172
31	43.3	0.6200	0.6389	0.6373	0.0189
32	43.5	0.6400	0.6461	0.6445	0.0061
33	44.0	0.6600	0.6602	0.6584	0.0002
34	45.1	0.6800	0.6944	0.6923	0.0144
35	45.2	0.7000	0.6977	0.6955	0.0023
36	45.4	0.7200	0.7044	0.7022	0.0156
37	45.5	0.7400	0.7076	0.7054	0.0324
38	46.0	0.7600	0.7206	0.7182	0.0394
39	46.0	0.7800	0.7206	0.7182	0.0594
40	46.1	0.8000	0.7237	0.7213	0.0763
41	46.3	0.8200	0.7301	0.7277	0.0899
42	51.9	0.8400	0.8603	0.8574	0.0203
43	53.9	0.8600	0.8949	0.8921	0.0349
44	57.4	0.8800	0.9393	0.9370	0.0593
45	57.9	0.9000	0.9438	0.9416	0.0438
46	60.6	0.9200	0.9654	0.9637	0.0454
47	61.3	0.9400	0.9695	0.9680	0.0295
48	61.6	0.9600	0.9715	0.9700	0.0115
49	63.9	0.9800	0.9819	0.9807	0.0019
				DELTA TEORICO -	0.0899

Fuente: *Autoridad propia*

**Tabla N° 17:**

*Distribución Log Normal 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mam Lineal	Delta
1	13.9	0.02	0.0012	0.0012	0.0188
2	20.34	0.04	0.0313	0.031	0.0087
3	21.7	0.06	0.0482	0.0478	0.0118
4	23.96	0.08	0.0874	0.0868	0.0074
5	24.18	0.1	0.0919	0.0913	0.0081
6	24.86	0.12	0.1068	0.1062	0.0132
7	24.97	0.14	0.1093	0.1087	0.0307
8	25.65	0.16	0.1256	0.125	0.0344
9	26.33	0.18	0.1431	0.1424	0.0369
10	27.91	0.2	0.1875	0.1869	0.0125
11	28.82	0.22	0.2153	0.2147	0.0047
12	29.27	0.24	0.2295	0.2289	0.0105
13	29.38	0.26	0.233	0.2324	0.027
14	31.41	0.28	0.3005	0.3	0.0205
15	33.34	0.3	0.3672	0.3668	0.0672
16	33.45	0.32	0.371	0.3707	0.051
17	34.47	0.34	0.4065	0.4062	0.0665
18	34.58	0.36	0.4103	0.4101	0.0503
19	34.8	0.38	0.4179	0.4177	0.0379
20	35.14	0.4	0.4296	0.4294	0.0296
21	35.82	0.42	0.4529	0.4528	0.0329
22	36.27	0.44	0.4682	0.4681	0.0282
23	36.5	0.4600	0.4760	0.4759	0.0160
24	37.3	0.4800	0.5023	0.5023	0.0223
25	39.0	0.5000	0.5569	0.557	0.0569
26	39.6	0.5200	0.5742	0.5744	0.0542
27	40.5	0.5400	0.6011	0.6014	0.0611
28	41.5	0.5600	0.6304	0.6308	0.0704
29	42.5	0.5800	0.6583	0.6587	0.0783
30	42.6	0.6000	0.6612	0.6617	0.0612
31	43.3	0.6200	0.6789	0.6794	0.0589
32	43.5	0.6400	0.6847	0.6852	0.0447
33	44.0	0.6600	0.6959	0.6964	0.0359
34	45.1	0.6800	0.7227	0.7232	0.0427
35	45.2	0.7000	0.7252	0.7258	0.0252
36	45.4	0.7200	0.7304	0.7310	0.0104
37	45.5	0.7400	0.7329	0.7334	0.0071
38	46.0	0.7600	0.7427	0.7433	0.0173
39	46.0	0.7800	0.7427	0.7433	0.0373
40	46.1	0.8000	0.7451	0.7457	0.0549
41	46.3	0.8200	0.7500	0.7506	0.0700
42	51.9	0.8400	0.8467	0.8474	0.0067
43	53.9	0.8600	0.8730	0.8737	0.0130
44	57.4	0.8800	0.9090	0.9096	0.0290
45	57.9	0.9000	0.9130	0.9135	0.0130
46	60.6	0.9200	0.9332	0.9337	0.0132
47	61.3	0.9400	0.9376	0.9381	0.0024
48	61.6	0.9600	0.9396	0.9401	0.0204
49	63.9	0.9800	0.9518	0.9523	0.0282
				<b>DELTA TEORICO -</b>	<b>0.0783</b>

Fuente: *Autoridad propia*

**Tabla N° 18:**

*Distribución Gumbel -Momentos lineales*

m	X	F(X)	F(Z) Ordinaria	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	13.9	0.02	0.0002	0.0006	0.0198
2	20.34	0.04	0.0139	0.0216	0.0261
3	21.7	0.06	0.0249	0.0355	0.0351
4	23.96	0.08	0.0556	0.0709	0.0244
5	24.18	0.1	0.0595	0.0752	0.0405
6	24.86	0.12	0.0728	0.0895	0.0472
7	24.97	0.14	0.0751	0.092	0.0649
8	25.65	0.16	0.0902	0.108	0.0698
9	26.33	0.18	0.107	0.1255	0.073
10	27.91	0.2	0.1522	0.1712	0.0478
11	28.82	0.22	0.1816	0.2004	0.0384
12	29.27	0.24	0.197	0.2155	0.043
13	29.38	0.26	0.2008	0.2192	0.0592
14	31.41	0.28	0.2757	0.2916	0.0043
15	33.34	0.3	0.3516	0.3638	0.0516
16	33.45	0.32	0.356	0.368	0.036
17	34.47	0.34	0.3966	0.4064	0.0566
18	34.58	0.36	0.401	0.4106	0.041
19	34.8	0.38	0.4097	0.4188	0.0297
20	35.14	0.4	0.4232	0.4315	0.0232
21	35.82	0.42	0.4498	0.4566	0.0298
22	36.27	0.44	0.4673	0.4731	0.0273
23	36.5	0.4600	0.4761	0.4814	0.0161
24	37.3	0.4800	0.5060	0.5096	0.0260
25	39.0	0.5000	0.5675	0.5676	0.0675
26	39.6	0.5200	0.5867	0.5859	0.0667
27	40.5	0.5400	0.6165	0.6141	0.0765
28	41.5	0.5600	0.6485	0.6446	0.0885
29	42.5	0.5800	0.6786	0.6734	0.0986
30	42.6	0.6000	0.6817	0.6764	0.0817
31	43.3	0.6200	0.7006	0.6944	0.0806
32	43.5	0.6400	0.7067	0.7004	0.0667
33	44.0	0.6600	0.7185	0.7117	0.0585
34	45.1	0.6800	0.7464	0.7387	0.0664
35	45.2	0.7000	0.7490	0.7412	0.049
36	45.4	0.7200	0.7543	0.7464	0.0343
37	45.5	0.7400	0.7569	0.7489	0.0169
38	46.0	0.7600	0.7670	0.7587	0.007
39	46.0	0.7800	0.7670	0.7587	0.013
40	46.1	0.8000	0.7694	0.7610	0.0306
41	46.3	0.8200	0.7744	0.7659	0.0456
42	51.9	0.8400	0.8691	0.8598	0.0291
43	53.9	0.8600	0.8935	0.8846	0.0335
44	57.4	0.8800	0.9259	0.9179	0.0459
45	57.9	0.9000	0.9293	0.9215	0.0293
46	60.6	0.9200	0.9468	0.9400	0.0268
47	61.3	0.9400	0.9505	0.9439	0.0105
48	61.6	0.9600	0.9523	0.9458	0.0077
49	63.9	0.9800	0.9624	0.9568	0.0176
				DELTA TEORICO -	0.0986

Fuente: Autoridad propia

**Tabla N° 19:**

*Distribución Log Gumbel -Momentos lineales*

m	%	F(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mom. Lineal	Delta
1	13.9	0.02	0	0	0.02
2	20.34	0.04	0.0022	0.0038	0.0378
3	21.7	0.06	0.0088	0.0129	0.0512
4	23.96	0.08	0.0407	0.0504	0.0393
5	24.18	0.1	0.0456	0.0558	0.0544
6	24.86	0.12	0.0628	0.0744	0.0572
7	24.97	0.14	0.0659	0.0777	0.0741
8	25.65	0.16	0.0867	0.0995	0.0738
9	26.33	0.18	0.1102	0.1238	0.0698
10	27.91	0.2	0.1735	0.1874	0.0265
11	28.82	0.22	0.2137	0.2271	0.0063
12	29.27	0.24	0.2343	0.2471	0.0057
13	29.38	0.26	0.2392	0.2521	0.0207
14	31.41	0.28	0.3335	0.3432	0.0535
15	33.34	0.3	0.42	0.4262	0.12
16	33.45	0.32	0.4247	0.4308	0.1047
17	34.47	0.34	0.4674	0.4717	0.1274
18	34.58	0.36	0.4719	0.476	0.1119
19	34.8	0.38	0.4807	0.4844	0.1007
20	35.14	0.4	0.4942	0.4973	0.0942
21	35.82	0.42	0.5203	0.5223	0.1003
22	36.27	0.44	0.5369	0.5382	0.0969
23	36.5	0.4600	0.5452	0.5462	0.0852
24	37.3	0.4800	0.5727	0.5726	0.0927
25	39.0	0.5000	0.6267	0.6245	0.1267
26	39.6	0.5200	0.6429	0.6402	0.1229
27	40.5	0.5400	0.6675	0.6640	0.1275
28	41.5	0.5600	0.6933	0.6890	0.1333
29	42.5	0.5800	0.7170	0.7120	0.1370
30	42.6	0.6000	0.7194	0.7144	0.1194
31	43.3	0.6200	0.7339	0.7285	0.1139
32	43.5	0.6400	0.7386	0.7331	0.0986
33	44.0	0.6600	0.7476	0.7419	0.0876
34	45.1	0.6800	0.7686	0.7625	0.0886
35	45.2	0.7000	0.7706	0.7644	0.0706
36	45.4	0.7200	0.7746	0.7683	0.0546
37	45.5	0.7400	0.7765	0.7702	0.0365
38	46.0	0.7600	0.7840	0.7776	0.0240
39	46.0	0.7800	0.7840	0.7776	0.0040
40	46.1	0.8000	0.7858	0.7794	0.0142
41	46.3	0.8200	0.7895	0.7830	0.0305
42	51.9	0.8400	0.8596	0.8527	0.0196
43	53.9	0.8600	0.8781	0.8713	0.0181
44	57.4	0.8800	0.9036	0.8972	0.0236
45	57.9	0.9000	0.9064	0.9001	0.0064
46	60.6	0.9200	0.9213	0.9154	0.0013
47	61.3	0.9400	0.9246	0.9187	0.0154
48	61.6	0.9600	0.9261	0.9203	0.0329
49	63.9	0.9800	0.9356	0.9302	0.0444
				DELTA TEORICO -	0.1370

Fuente: Autoridad propia

**Tabla N° 20:**

*Distribución Gamma 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	F(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	13.9	0.02	0.003	0.0301	0.017
2	20.34	0.04	0.0362	0.1139	0.0038
3	21.7	0.06	0.0521	0.1391	0.0079
4	23.96	0.08	0.0876	0.186	0.0076
5	24.18	0.1	0.0917	0.1909	0.0083
6	24.86	0.12	0.105	0.2062	0.015
7	24.97	0.14	0.1073	0.2087	0.0327
8	25.65	0.16	0.1219	0.2244	0.0381
9	26.33	0.18	0.1375	0.2405	0.0425
10	27.91	0.2	0.1776	0.279	0.0224
11	28.82	0.22	0.2029	0.3017	0.0171
12	29.27	0.24	0.216	0.313	0.024
13	29.38	0.26	0.2192	0.3158	0.0408
14	31.41	0.28	0.2822	0.3676	0.0022
15	33.34	0.3	0.3463	0.417	0.0463
16	33.45	0.32	0.35	0.4198	0.03
17	34.47	0.34	0.3848	0.4457	0.0448
18	34.58	0.36	0.3886	0.4485	0.0286
19	34.8	0.38	0.3962	0.454	0.0162
20	35.14	0.4	0.4079	0.4625	0.0079
21	35.82	0.42	0.4313	0.4795	0.0113
22	36.27	0.44	0.4467	0.4906	0.0067
23	36.5	0.4600	0.4546	0.4962	0.0054
24	37.3	0.4800	0.4816	0.5155	0.0016
25	39.0	0.5000	0.5384	0.5558	0.0384
26	39.6	0.5200	0.5566	0.5687	0.0366
27	40.5	0.5400	0.5854	0.5890	0.0454
28	41.5	0.5600	0.6169	0.6114	0.0569
29	42.5	0.5800	0.6471	0.6331	0.0671
30	42.6	0.6000	0.6503	0.6354	0.0503
31	43.3	0.6200	0.6696	0.6494	0.0496
32	43.5	0.6400	0.6760	0.6541	0.0360
33	44.0	0.6600	0.6883	0.6631	0.0283
34	45.1	0.6800	0.7179	0.6850	0.0379
35	45.2	0.7000	0.7207	0.6871	0.0207
36	45.4	0.7200	0.7264	0.6914	0.0064
37	45.5	0.7400	0.7292	0.6935	0.0108
38	46.0	0.7600	0.7401	0.7018	0.0199
39	46.0	0.7800	0.7401	0.7018	0.0399
40	46.1	0.8000	0.7428	0.7038	0.0572
41	46.3	0.8200	0.7482	0.7079	0.0718
42	51.9	0.8400	0.8560	0.7960	0.0160
43	53.9	0.8600	0.8849	0.8225	0.0249
44	57.4	0.8800	0.9235	0.8617	0.0435
45	57.9	0.9000	0.9276	0.8662	0.0276
46	60.6	0.9200	0.9483	0.8907	0.0283
47	61.3	0.9400	0.9526	0.8961	0.0126
48	61.6	0.9600	0.9546	0.8988	0.0054
49	63.9	0.9800	0.9663	0.9150	0.0137
				DELTA TEORICO -	0.0718

Fuente: *Autoridad propia*

**Tabla N° 21:**

*Distribución Log Pearson Tipo III -Momentos lineales*

m	X	F(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mom. Lineal	Delta
1	13.9	0.02	0	0	0.02
2	20.34	0.04	0	0.0107	0.04
3	21.7	0.06	0	0.025	0.06
4	23.96	0.08	0	0.0678	0.08
5	24.18	0.1	0	0.0733	0.1
6	24.86	0.12	0	0.0914	0.12
7	24.97	0.14	0	0.0945	0.14
8	25.65	0.16	0	0.1148	0.16
9	26.33	0.18	0	0.1368	0.18
10	27.91	0.2	0	0.1927	0.2
11	28.82	0.22	0	0.2272	0.22
12	29.27	0.24	0	0.2447	0.24
13	29.38	0.26	0	0.249	0.26
14	31.41	0.28	0	0.3291	0.28
15	33.34	0.3	0	0.4043	0.3
16	33.45	0.32	0	0.4085	0.32
17	34.47	0.34	0	0.4466	0.34
18	34.58	0.36	0	0.4506	0.36
19	34.8	0.38	0	0.4586	0.38
20	35.14	0.4	0	0.4709	0.4
21	35.82	0.42	0	0.4949	0.42
22	36.27	0.44	0	0.5104	0.44
23	36.5	0.4600	0.0000	0.5181	0.4600
24	37.3	0.4800	0.0000	0.5442	0.4800
25	39.0	0.5000	0.0000	0.5966	0.5000
26	39.6	0.5200	0.0000	0.6128	0.5200
27	40.5	0.5400	0.0000	0.6376	0.5400
28	41.5	0.5600	0.0000	0.6641	0.5600
29	42.5	0.5800	0.0000	0.6888	0.5800
30	42.6	0.6000	0.0000	0.6913	0.6000
31	43.3	0.6200	0.0000	0.7067	0.6200
32	43.5	0.6400	0.0000	0.7118	0.6400
33	44.0	0.6600	0.0000	0.7214	0.6600
34	45.1	0.6800	0.0000	0.7442	0.6800
35	45.2	0.7000	0.0000	0.7464	0.7000
36	45.4	0.7200	0.0000	0.7508	0.7200
37	45.5	0.7400	0.0000	0.7528	0.7400
38	46.0	0.7600	0.0000	0.7611	0.7600
39	46.0	0.7800	0.0000	0.7611	0.7800
40	46.1	0.8000	0.0000	0.7631	0.8000
41	46.3	0.8200	0.0000	0.7672	0.8200
42	51.9	0.8400	0.0000	0.8471	0.8400
43	53.9	0.8600	0.0000	0.8688	0.8600
44	57.4	0.8800	0.0000	0.8988	0.8800
45	57.9	0.9000	0.0000	0.9022	0.9000
46	60.6	0.9200	0.0000	0.9198	0.9200
47	61.3	0.9400	0.0000	0.9236	0.9400
48	61.6	0.9600	0.0000	0.9255	0.9600
49	63.9	0.9800	0.0000	0.9366	0.9800
				<b>DELTA TEORICO -</b>	<b>0.9800</b>

Fuente: *Elaboración propia*

**RESUMEN**

DELTA TABULAR 0.1943

DELTA TEORICO - DELTA TABULAR:

NORMAL 0.1044

LOG NORMAL DE 2 P 0.1225

GAMMA 2 P 0.1225

GUMBEL 0.0957

LOG GUMBEL 0.0573

LOG PEARSON TIPO III 0.7857

MINIMO 0.0573

LA DISTRIBUCION A EMPLEAR SERA

LOG GUMBEL

**ESTACIÓN: OTUZCO****Tabla N° 22:***Estación Otuzco*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max*1.13
1967	3.2	3.5	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0	3.96
1969	0	0.5	1.5	0.4	0.4	0	0	0	0	1.2	1	0	1.70
1970	3.2	0	1.5	0.6	1.2	0	0	0	0	3.8	0	0	4.29
1971	0	0.8	6.2	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	7.01
1972	4.4	8.8	16.8	0	0	0	0	0	0	0	0	3.6	18.98
1973	2.8	1.6	2.4	2.6	0	0	0	0	0	0	0	1.9	3.16
1974	3.4	3.6	0	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	4.07
1975	2.3	2.6	7.6	1.4	0	0	0	2.8	0.4	1.8	0	0	8.59
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	2.03
1977	2.6	1.8	0	1.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0	2.94
1978	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.26
1979	0	0	1.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.70
1980	0	0	4.9	0	0	0	0	0	0	2.7	0.3	1.1	5.54
1981	1.9	7.2	0.5	0.7	0	0	0	1.2	0	2.1	0	0.2	8.14
1982	0.3	2.8	0.4	2	0	0	0	0	0.5	0	0.4	0.7	3.16
1983	3.7	1.2	12.1	2.7	6.8	0	0	0	0	0	0	0	13.67
1984	1.4	6	2	0.4	0.4	0.2	0.4	0	0	0.1	0.3	0.7	6.78
1985	0	1.6	0	0	1.5	0	0.3	0	1.3	0	0	2.5	2.83
1986	3.1	0	1.7	0.9	0.2	0	0.3	0.2	0	0	0	0	3.50
1987	1.8	1.4	1.6	4	0	0	0	0	0.9	0.6	0	0	4.52
1988	2.5	0.4	0.5	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	2.83
1989	0.3	1.7	3.1	1.4	0	0	0	0	0.7	0.8	0	0	3.50
1990	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0.3	3.5	0	3.96
1991	0	2.2	2.8	0	0.1	0	0	0	0	0	0.9	7	7.91
1992	0	1	0.3	0	1.2	0	0	0	0	0	0.4	0	1.36
1993	0.4	3.9	6.8	2.5	0	0	0	0	0	0	0	2	7.68
1994	0	4.2	1.9	3.8	0.8	0	0	0	0	0	0	5.3	5.99
1995	1	0.6	2	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	2.26
1996	2.8	3.1	1.6	0.9	0	0	0	0	0	1.7	0	0	3.50
1997	0	0.7	0.4	2	0	0.4	0	0	0	0.9	0.8	13.6	15.37
1998	7	28.3	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	31.98
1999	2.4	4.5	0	0.6	0.7	0	0	0	1.9	0	0	2.1	5.09
2000	0.9	1.1	2.6	3	3.9	1.2	0.4	0	0	0	0	2	4.41
2001	2.2	1.8	2	1.5	0	0.7	0.4	0.4	0	0	1	0.5	2.49
2002	0	4.5	1.1	0	0	0	0	0	0	0	3.4	0	5.09

Fuente: SENAMHI

**Tabla N° 23:***Distribución Normal-Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	1.36	0.0278	0.2066	0.1547	0.1789
2	1.7	0.0556	0.2229	0.1717	0.1674
3	1.7	0.0833	0.2229	0.1717	0.1396
4	2.03	0.1111	0.2394	0.1894	0.1283
5	2.26	0.1389	0.2512	0.2023	0.1124
6	2.26	0.1667	0.2512	0.2023	0.0846
7	2.49	0.1944	0.2634	0.2158	0.069
8	2.83	0.2222	0.2819	0.2366	0.0597
9	2.83	0.25	0.2819	0.2366	0.0319
10	2.94	0.2778	0.2881	0.2436	0.0103
11	3.16	0.3056	0.3005	0.2579	0.0051
12	3.16	0.3333	0.3005	0.2579	0.0329
13	3.5	0.3611	0.3202	0.2807	0.041
14	3.5	0.3889	0.3202	0.2807	0.0687
15	3.5	0.4167	0.3202	0.2807	0.0965
16	3.96	0.4444	0.3476	0.3132	0.0969
17	4.07	0.4722	0.3543	0.3211	0.118
18	4.29	0.5	0.3678	0.3374	0.1322
19	4.41	0.5278	0.3752	0.3463	0.1526
20	4.52	0.5556	0.3821	0.3546	0.1735
21	5.09	0.5833	0.4182	0.3987	0.1652
22	5.09	0.6111	0.4182	0.3987	0.1929
23	5.5	0.6389	0.4472	0.4345	0.1917
24	6.0	0.6667	0.4765	0.4708	0.1902
25	6.8	0.6944	0.5281	0.5349	0.1663
26	7.0	0.7222	0.5431	0.5535	0.1791
27	7.7	0.7500	0.5863	0.6068	0.1637
28	7.9	0.7778	0.6009	0.6247	0.1768
29	8.1	0.8056	0.6154	0.6423	0.1901
30	8.6	0.8333	0.6433	0.6759	0.1900
31	13.7	0.8611	0.8850	0.9321	0.0238
32	14.0	0.8889	0.8939	0.9395	0.0050
33	15.4	0.9167	0.9304	0.9669	0.0137
34	19.0	0.9444	0.9808	0.9950	0.0364
35	32.0	0.9722	1.0000	1.0000	0.0278
				DELTA TEORICO =	0.1929

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 24:***Distribución Log Normal 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1.36	0.0278	0.0436	0.0439	0.0158
2	1.7	0.0556	0.08	0.0805	0.0245
3	1.7	0.0833	0.08	0.0805	0.0033
4	2.03	0.1111	0.1227	0.1233	0.0116
5	2.26	0.1389	0.1552	0.1558	0.0163
6	2.26	0.1667	0.1552	0.1558	0.0115
7	2.49	0.1944	0.189	0.1896	0.0054
8	2.83	0.2222	0.2401	0.2406	0.0179
9	2.83	0.25	0.2401	0.2406	0.0099
10	2.94	0.2778	0.2566	0.2572	0.0211
11	3.16	0.3056	0.2895	0.29	0.016
12	3.16	0.3333	0.2895	0.29	0.0438
13	3.5	0.3611	0.3392	0.3396	0.0219
14	3.5	0.3889	0.3392	0.3396	0.0497
15	3.5	0.4167	0.3392	0.3396	0.0775
16	3.96	0.4444	0.4031	0.4033	0.0414
17	4.07	0.4722	0.4177	0.4179	0.0545
18	4.29	0.5	0.4461	0.4462	0.0539
19	4.41	0.5278	0.4611	0.4612	0.0667
20	4.52	0.5556	0.4745	0.4746	0.0811
21	5.09	0.5833	0.5394	0.5393	0.044
22	5.09	0.6111	0.5394	0.5393	0.0717
23	5.5	0.6389	0.5851	0.5849	0.0538
24	6.0	0.6667	0.6263	0.6260	0.0404
25	6.8	0.6944	0.6886	0.6882	0.0058
26	7.0	0.7222	0.7046	0.7042	0.0176
27	7.7	0.7500	0.7463	0.7458	0.0037
28	7.9	0.7778	0.7591	0.7586	0.0187
29	8.1	0.8056	0.7712	0.7706	0.0344
30	8.6	0.8333	0.7929	0.7923	0.0405
31	13.7	0.8611	0.9270	0.9265	0.0658
32	14.0	0.8889	0.9309	0.9304	0.0420
33	15.4	0.9167	0.9468	0.9463	0.0301
34	19.0	0.9444	0.9715	0.9712	0.0271
35	32.0	0.9722	0.9956	0.9955	0.0234
				DELTA TEORICO=	0.0811

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 25:***Distribución Gumbel -Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	1.36	0.0278	0.2012	0.1412	0.1734
2	1.7	0.0556	0.2248	0.1656	0.1692
3	1.7	0.0833	0.2248	0.1656	0.1414
4	2.03	0.1111	0.2484	0.191	0.1373
5	2.26	0.1389	0.2653	0.2095	0.1264
6	2.26	0.1667	0.2653	0.2095	0.0986
7	2.49	0.1944	0.2825	0.2287	0.088
8	2.83	0.2222	0.3082	0.2579	0.086
9	2.83	0.25	0.3082	0.2579	0.0582
10	2.94	0.2778	0.3166	0.2676	0.0388
11	3.16	0.3056	0.3335	0.2872	0.028
12	3.16	0.3333	0.3335	0.2872	0.0002
13	3.5	0.3611	0.3598	0.3179	0.0014
14	3.5	0.3889	0.3598	0.3179	0.0291
15	3.5	0.4167	0.3598	0.3179	0.0569
16	3.96	0.4444	0.3953	0.3601	0.0491
17	4.07	0.4722	0.4038	0.3703	0.0684
18	4.29	0.5	0.4207	0.3905	0.0793
19	4.41	0.5278	0.4299	0.4015	0.0979
20	4.52	0.5556	0.4382	0.4116	0.1173
21	5.09	0.5833	0.481	0.4632	0.1023
22	5.09	0.6111	0.481	0.4632	0.1301
23	5.5	0.6389	0.5139	0.5028	0.1250
24	6.0	0.6667	0.5457	0.5410	0.1209
25	6.8	0.6944	0.5987	0.6040	0.0957
26	7.0	0.7222	0.6134	0.6213	0.1088
27	7.7	0.7500	0.6541	0.6687	0.0959
28	7.9	0.7778	0.6674	0.6839	0.1104
29	8.1	0.8056	0.6802	0.6986	0.1253
30	8.6	0.8333	0.7043	0.7258	0.129
31	13.7	0.8611	0.8865	0.9141	0.0254
32	14.0	0.8889	0.8929	0.9198	0.004
33	15.4	0.9167	0.9192	0.9430	0.0025
34	19.0	0.9444	0.9613	0.9765	0.0169
35	32.0	0.9722	0.9974	0.9991	0.0252
				DELTA TEORICO =	0.1734

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 26:***Distribución Log Gumbel -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1.36	0.0278	0.0065	0.0104	0.0213
2	1.7	0.0556	0.0333	0.0432	0.0223
3	1.7	0.0833	0.0333	0.0432	0.0501
4	2.03	0.1111	0.0828	0.0972	0.0283
5	2.26	0.1389	0.1272	0.1428	0.0117
6	2.26	0.1667	0.1272	0.1428	0.0395
7	2.49	0.1944	0.1757	0.1913	0.0188
8	2.83	0.2222	0.2494	0.2635	0.0272
9	2.83	0.25	0.2494	0.2635	0.0006
10	2.94	0.2778	0.2729	0.2862	0.0048
11	3.16	0.3056	0.3186	0.3302	0.0131
12	3.16	0.3333	0.3186	0.3302	0.0147
13	3.5	0.3611	0.3846	0.3932	0.0235
14	3.5	0.3889	0.3846	0.3932	0.0043
15	3.5	0.4167	0.3846	0.3932	0.0321
16	3.96	0.4444	0.4634	0.4684	0.019
17	4.07	0.4722	0.4805	0.4847	0.0083
18	4.29	0.5	0.5127	0.5153	0.0127
19	4.41	0.5278	0.5292	0.531	0.0014
20	4.52	0.5556	0.5436	0.5448	0.0119
21	5.09	0.5833	0.6098	0.6081	0.0265
22	5.09	0.6111	0.6098	0.6081	0.0013
23	5.5	0.6389	0.6530	0.6496	0.0141
24	6.0	0.6667	0.6897	0.6850	0.0231
25	6.8	0.6944	0.7418	0.7355	0.0473
26	7.0	0.7222	0.7545	0.7479	0.0323
27	7.7	0.7500	0.7867	0.7795	0.0367
28	7.9	0.7778	0.7963	0.7889	0.0185
29	8.1	0.8056	0.8053	0.7978	0.0003
30	8.6	0.8333	0.8212	0.8135	0.0122
31	13.7	0.8611	0.9166	0.9098	0.0555
32	14.0	0.8889	0.9195	0.9128	0.0306
33	15.4	0.9167	0.9316	0.9253	0.0150
34	19.0	0.9444	0.9523	0.9470	0.0079
35	32.0	0.9722	0.9807	0.9776	0.0084
				DELTA TEORICO =	0.0555

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 27:***Distribución Gamma 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1.36	0.0278	0.0798	0.314	0.052
2	1.7	0.0556	0.1134	0.3545	0.0579
3	1.7	0.0833	0.1134	0.3545	0.0301
4	2.03	0.1111	0.1485	0.3895	0.0374
5	2.26	0.1389	0.1739	0.412	0.0351
6	2.26	0.1667	0.1739	0.412	0.0073
7	2.49	0.1944	0.1999	0.4332	0.0054
8	2.83	0.2222	0.2387	0.4622	0.0165
9	2.83	0.25	0.2387	0.4622	0.0113
10	2.94	0.2778	0.2513	0.4711	0.0265
11	3.16	0.3056	0.2765	0.4882	0.029
12	3.16	0.3333	0.2765	0.4882	0.0568
13	3.5	0.3611	0.3152	0.5131	0.0459
14	3.5	0.3889	0.3152	0.5131	0.0736
15	3.5	0.4167	0.3152	0.5131	0.1014
16	3.96	0.4444	0.3666	0.5441	0.0779
17	4.07	0.4722	0.3786	0.5511	0.0936
18	4.29	0.5	0.4023	0.5647	0.0977
19	4.41	0.5278	0.4151	0.5718	0.1127
20	4.52	0.5556	0.4266	0.5783	0.1289
21	5.09	0.5833	0.4843	0.6096	0.099
22	5.09	0.6111	0.4843	0.6096	0.1268
23	5.5	0.6389	0.5271	0.6322	0.1118
24	6.0	0.6667	0.5673	0.6532	0.0994
25	6.8	0.6944	0.6316	0.6866	0.0629
26	7.0	0.7222	0.6488	0.6956	0.0734
27	7.7	0.7500	0.6952	0.7200	0.0548
28	7.9	0.7778	0.7100	0.7279	0.0678
29	8.1	0.8056	0.7240	0.7355	0.0815
30	8.6	0.8333	0.7499	0.7496	0.0834
31	13.7	0.8611	0.9232	0.8619	0.0620
32	14.0	0.8889	0.9284	0.8663	0.0395
33	15.4	0.9167	0.9493	0.8859	0.0326
34	19.0	0.9444	0.9794	0.9234	0.0350
35	32.0	0.9722	0.9993	0.9807	0.0271
				DELTA TEORICO =	0.1289

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 28:***Distribución Log Pearson Tipo III -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	1.36	0.0278	0.0184	0.0137	0.0093
2	1.7	0.0556	0.0559	0.0522	0.0003
3	1.7	0.0833	0.0559	0.0522	0.0275
4	2.03	0.1111	0.1076	0.1079	0.0035
5	2.26	0.1389	0.1487	0.1522	0.0098
6	2.26	0.1667	0.1487	0.1522	0.018
7	2.49	0.1944	0.1916	0.1979	0.0028
8	2.83	0.2222	0.2553	0.2648	0.0331
9	2.83	0.25	0.2553	0.2648	0.0053
10	2.94	0.2778	0.2755	0.2858	0.0022
11	3.16	0.3056	0.315	0.3264	0.0094
12	3.16	0.3333	0.315	0.3264	0.0184
13	3.5	0.3611	0.3726	0.385	0.0115
14	3.5	0.3889	0.3726	0.385	0.0163
15	3.5	0.4167	0.3726	0.385	0.0441
16	3.96	0.4444	0.4432	0.4556	0.0012
17	4.07	0.4722	0.4588	0.4711	0.0134
18	4.29	0.5	0.4886	0.5004	0.0114
19	4.41	0.5278	0.504	0.5156	0.0237
20	4.52	0.5556	0.5177	0.529	0.0378
21	5.09	0.5833	0.5817	0.5911	0.0017
22	5.09	0.6111	0.5817	0.5911	0.0294
23	5.5	0.6389	0.6249	0.6327	0.0140
24	6.0	0.6667	0.6625	0.6687	0.0042
25	6.8	0.6944	0.7174	0.7211	0.0230
26	7.0	0.7222	0.7312	0.7342	0.0090
27	7.7	0.7500	0.7665	0.7677	0.0165
28	7.9	0.7778	0.7772	0.7779	0.0006
29	8.1	0.8056	0.7872	0.7874	0.0184
30	8.6	0.8333	0.8051	0.8044	0.0282
31	13.7	0.8611	0.9158	0.9105	0.0547
32	14.0	0.8889	0.9192	0.9138	0.0303
33	15.4	0.9167	0.9332	0.9277	0.0165
34	19.0	0.9444	0.9568	0.9514	0.0124
35	32.0	0.9722	0.9866	0.9829	0.0143
				DELTA TEORICO =	0.0547

**Fuente:** *Autoridad propia*

**RESUMEN**

DELTA TABULAR 0.2299

DELTA TEORICO - DELTA TABULAR:

NORMAL 0.0370

LOG NORMAL DE 2 P 0.1488

GAMMA 2 P 0.1010

GUMBEL 0.0565

LOG GUMBEL 0.1744

LOG PEARSON TIPO III 0.1752

MINIMO **0.0370**

**LA DISTRIBUCION A EMPLEAR SERA NORMAL**

## ESTACIÓN: QUIRUVILCA

Tabla N° 29:

Estación Quiruvilca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max*1.13
1966	9	11	10	9	0	0	0	0	11	12	9	12	13.56
1967	13	12	13	9	10.5	5	7.5	13	13	11.5	13	11.5	14.69
1968	12	13	11.5	8	5	5.5	4	4.5	7.5	4.5	4	4.5	14.69
1969	3	7	8	6.5	3.5	5	2.5	2.5	2.5	5	6	5.5	9.04
1970	7	4	4.5	5	4	2	4.5	3	4.5	5	4.5	4.5	7.91
1971	3.5	5	5.5	6	3.5	3.5	2	5	6	4	5.5	6.5	7.35
1972	4.5	4.5	4.5	3	4.5	4	3	2	3	4	3.5	4.5	5.09
1973	6.5	4.5	4.5	4.5	6.5	3	5	5.5	3.5	4	5.5	4	7.35
1974	3.5	5	6	5	3	3.5	2.5	1.5	3	3.5	3.5	5	6.78
1975	6	10.5	17	7	5	3	4	4.5	4.5	4	4	4.5	19.21
1976	4.5	6	9.5	9.8	9.7	6.5	3.5	4.5	5.5	7	4.5	15.5	17.52
1977	10.8	17.5	11.5	14.5	11	6	12.3	7	6	10	9.5	7.5	19.78
1978	6.5	8.5	10.5	10.5	9.5	4	8	2.5	11.5	22.3	16.8	13.7	25.20
1979	9.7	15.5	36.3	22.8	12.7	7.3	12.5	6.7	15.7	8.8	6	9.5	41.02
1980	14.5	14.4	19.4	24.4	22.8	9.5	0	6.5	5.3	19.7	18.5	17.6	27.57
1981	14	23.9	15.2	11.6	7.5	11.3	0	8	12.8	14.3	14.5	19.8	27.01
1982	14	15.3	16.6	16.2	13.2	3.6	0	10.5	12.2	28.6	16.9	20.2	32.32
1983	27.1	15.6	42	27.7	15.9	10.8	3.2	3.8	10.4	15.2	8.8	10.7	47.46
1984	20.9	47.5	27.8	21.6	11.8	22.6	9.7	5.2	16.2	17.4	16.3	7.8	53.68
1985	4.3	16.6	27.3	15.5	11.5	8.7	6.3	7.3	7.8	23.8	8.4	21.7	30.85
1986	34.3	23.2	24.5	27.7	20.7	9.6	10.8	5.3	11.2	23.7	22.7	29.6	38.76
1987	22.5	22.9	7.7	12.8	17.7	0	3.5	5.8	21.7	25.4	22	19.4	28.70
1988	19.7	21.4	14.8	21.6	18.2	8.3	0	3.5	17.3	16.3	11.8	17.8	24.41
1990	14.3	16.8	25.5	22.9	20.9	2.3	0	0	10.5	18.8	25.8	20.9	29.15
1991	9.2	18.9	16.7	18.3	19.4	8.5	5.6	0	7.6	6.2	0	8	21.92
1992	5.5	9.2	29.5	24.4	23.8	7.7	0	3.2	18.6	16.3	11.8	17.8	33.34
1993	17.8	27.5	35.1	30.4	27.5	12.9	5.5	7.3	23.6	25.6	35.8	38.6	43.62
1994	22.5	29.5	29.5	30.7	33.7	24.8	9.3	5.3	18.5	24.2	5.1	34.2	38.65
1995	22.7	10	12.7	18.8	13.8	9	6.6	4.3	12.2	20.8	32.4	17.3	36.61
1996	32.9	25.4	31.8	19.5	7.8	3.3	1.1	12.2	9.5	18.7	11.6	12.5	37.18
1997	10	29.3	24	15	10.3	11.9	7.1	7.7	16.2	14.6	23	28.6	33.11
1998	23.7	32.5	42.6	16.7	9.7	2.5	2.5	24.9	16.7	26.5	4.3	12.9	48.14
1999	19.8	37.2	24.1	33.2	20.6	17	11.6	4.3	26.6	11.5	12.2	21.3	42.04
2000	28.6	23	30.3	18	21.9	11	7.9	7.5	11.4	7.2	28.9	36.3	41.02
2001	20.9	16.8	32.3	27.7	26.3	9.7	5	7	14.2	23.6	32.4	25.7	36.61
2002	32.3	17.6	24	44.7	8	19.1	12.4	0	30.1	30.9	22.5	28.8	50.51
2003	34.6	24.4	24.5	14.1	13.6	12.6	5	0	10.6	14.6	11.2	26.6	39.10
2004	37	29.3	27.4	28.8	17.2	17	17.7	0	16.3	24.8	22.6	26.3	41.81
2005	20.4	38.5	29.3	14	6.4	3.5	9.2	14.7	18.4	22.7	17	26.2	43.51
2006	18.1	22.9	27.5	13.3	14.1	11.3	4.8	8.1	12.9	31.2	14.8	21.7	35.26
2007	28.9	21.6	35.3	17.7	22.4	4.8	11.1	6	9.8	16.3	12.4	40.4	45.65
2008	31.4	25.5	32.2	20.8	21.5	13.5	10.7	8.8	17.5	16	19.3	9.2	36.39
2009	25.2	15.9	24.5	23.4	22	3.8	8.6	10.2	3.1	13.7	19.3	23.2	28.48
2010	12.6	18.8	35.3	19.4	32.4	9.2	9.9	17.5	18.4	9.7	22.4	17.1	39.89
2011	21.6	9.8	25.4	26.1	9.9	5.5	12	2.7	10.3	17.3	23.2	39.2	44.30
2012	20.7	24.7	28.9	18.1	17.9	4.5	0	4.3	7.8	22.7	16.2	16.5	32.66
2013	14.1	17.1	31.7	20.9	13.9	5.9	7.5	9	31.8	10	1.6	10	35.93
2014	9	10.1	6.7	11.9	20	10	10	3.6	10.1	12.8	11.6	22.8	25.76
2015	11.6	12.8	15.2	8.9	5.1	2.9	3	0	11.3	30.9	16.2	83.3	94.13
2016	21.6	32.2	32.4	23.5	4.2	10.4	9.6	5.2	28.9	12.3	5.6	38.2	43.17

Fuente: SENAMHI

**Tabla N° 30:**

*Distribución Normal-Momentos lineales*

m	%	F(X)	F(Z) Ordinaria	F(Z) Mom. Lineal	Delta
1	5.09	0.0196	0.0433	0.0356	0.0237
2	6.78	0.0392	0.0542	0.0455	0.0115
3	7.35	0.0588	0.0583	0.0492	0.0005
4	7.35	0.0784	0.0583	0.0492	0.0201
5	7.91	0.098	0.0626	0.0532	0.0355
6	9.04	0.1176	0.0719	0.0619	0.0457
7	13.56	0.1373	0.1204	0.1083	0.0169
8	14.69	0.1569	0.1354	0.1231	0.0215
9	14.69	0.1765	0.1354	0.1231	0.0411
10	17.52	0.1961	0.1786	0.1662	0.0175
11	19.21	0.2157	0.2081	0.196	0.0076
12	19.78	0.2353	0.2187	0.2068	0.0166
13	21.92	0.2549	0.261	0.2501	0.0061
14	24.41	0.2745	0.3151	0.3061	0.0406
15	25.2	0.2941	0.3333	0.325	0.0391
16	25.76	0.3137	0.3463	0.3386	0.0326
17	27.01	0.3333	0.3762	0.3699	0.0428
18	27.57	0.3529	0.3898	0.3841	0.0369
19	28.48	0.3725	0.4122	0.4077	0.0397
20	28.7	0.3922	0.4177	0.4134	0.0256
21	29.15	0.4118	0.4289	0.4252	0.0172
22	30.85	0.4314	0.4718	0.4704	0.0405
23	32.3	0.4510	0.5092	0.5097	0.0582
24	32.7	0.4706	0.5179	0.5188	0.0473
25	33.1	0.4902	0.5293	0.5308	0.0391
26	33.3	0.5098	0.5351	0.5370	0.0253
27	35.3	0.5294	0.5834	0.5877	0.0540
28	35.9	0.5490	0.6000	0.6052	0.0510
29	36.4	0.5686	0.6113	0.6170	0.0426
30	36.6	0.5882	0.6166	0.6226	0.0284
31	36.6	0.6078	0.6166	0.6226	0.0088
32	37.2	0.6275	0.6304	0.6371	0.0030
33	38.7	0.6471	0.6652	0.6734	0.0182
34	38.8	0.6667	0.6678	0.6761	0.0011
35	39.1	0.6863	0.6756	0.6842	0.0107
36	39.9	0.7059	0.6935	0.7029	0.0124
37	41.0	0.7255	0.7183	0.7286	0.0072
38	41.0	0.7451	0.7183	0.7286	0.0268
39	41.8	0.7647	0.7351	0.7459	0.0296
40	42.0	0.7843	0.7399	0.7508	0.0444
41	43.2	0.8039	0.7627	0.7742	0.0412
42	43.5	0.8235	0.7693	0.7810	0.0542
43	43.6	0.8431	0.7715	0.7832	0.0717
44	44.3	0.8627	0.7844	0.7964	0.0784
45	45.7	0.8824	0.8087	0.8211	0.0736
46	47.5	0.9020	0.8386	0.8510	0.0634
47	48.1	0.9216	0.8490	0.8614	0.0726
48	50.5	0.9412	0.8816	0.8936	0.0596
49	53.7	0.9608	0.9170	0.9277	0.0458
50	94.1	0.9804	1.0000	1.0000	0.0196
				DELTA TEORICO -	0.0784

Fuente: Autoridad propia

**Tabla N° 31:**

*Distribución Log Normal 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mom. Lineal	Delta
1	5.09	0.0196	0.0032	0.0018	0.0164
2	6.78	0.0392	0.0118	0.0078	0.0274
3	7.35	0.0588	0.0165	0.0113	0.0424
4	7.35	0.0784	0.0165	0.0113	0.062
5	7.91	0.098	0.022	0.0157	0.0761
6	9.04	0.1176	0.0361	0.0273	0.0816
7	13.56	0.1372	0.1267	0.1111	0.0106
8	14.69	0.1569	0.1556	0.1395	0.0013
9	14.69	0.1765	0.1556	0.1395	0.0209
10	17.52	0.1961	0.2334	0.2183	0.0373
11	19.21	0.2157	0.2813	0.2681	0.0657
12	19.78	0.2353	0.2975	0.285	0.0622
13	21.92	0.2549	0.3574	0.3481	0.1025
14	24.41	0.2745	0.4242	0.419	0.1496
15	25.2	0.2941	0.4444	0.4406	0.1503
16	25.76	0.3137	0.4585	0.4557	0.1448
17	27.01	0.3333	0.489	0.4883	0.1557
18	27.57	0.3529	0.5023	0.5024	0.1493
19	28.48	0.3725	0.5232	0.5248	0.1507
20	28.7	0.3922	0.5282	0.5301	0.136
21	29.15	0.4118	0.5382	0.5408	0.1264
22	30.85	0.4314	0.5744	0.5794	0.143
23	32.3	0.4510	0.6037	0.6106	0.1527
24	32.7	0.4706	0.6102	0.6175	0.1396
25	33.1	0.4902	0.6186	0.6265	0.1284
26	33.3	0.5098	0.6229	0.6310	0.1131
27	35.3	0.5294	0.6568	0.6669	0.1274
28	35.9	0.5490	0.6679	0.6787	0.1189
29	36.4	0.5686	0.6753	0.6865	0.1067
30	36.6	0.5882	0.6788	0.6902	0.0906
31	36.6	0.6078	0.6788	0.6902	0.0710
32	37.2	0.6275	0.6877	0.6995	0.0603
33	38.7	0.6471	0.7096	0.7225	0.0625
34	38.8	0.6667	0.7112	0.7241	0.0445
35	39.1	0.6863	0.7160	0.7291	0.0297
36	39.9	0.7059	0.7268	0.7405	0.0210
37	41.0	0.7255	0.7417	0.7559	0.0162
38	41.0	0.7451	0.7417	0.7559	0.0034
39	41.8	0.7647	0.7515	0.7661	0.0132
40	42.0	0.7843	0.7543	0.7690	0.0300
41	43.2	0.8039	0.7677	0.7827	0.0363
42	43.5	0.8235	0.7715	0.7867	0.0520
43	43.6	0.8431	0.7727	0.7879	0.0704
44	44.3	0.8627	0.7802	0.7956	0.0825
45	45.7	0.8824	0.7943	0.8100	0.0880
46	47.5	0.9020	0.8118	0.8277	0.0902
47	48.1	0.9216	0.8179	0.8339	0.1037
48	50.5	0.9412	0.8377	0.8538	0.1034
49	53.7	0.9608	0.8607	0.8766	0.1000
50	94.1	0.9804	0.9768	0.9834	0.0036
				<b>DELTA TEORICO -</b>	<b>0.1557</b>

Fuente: Autoridad propia

**Tabla N°32:**

*Distribución Gumbel -Momentos lineales*

m	X	F(X)	F(Z) Ordinaria	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	5.09	0.0196	0.0064	0.0058	0.0132
2	6.78	0.0392	0.0123	0.0113	0.027
3	7.35	0.0588	0.015	0.0139	0.0438
4	7.35	0.0784	0.015	0.0139	0.0635
5	7.91	0.098	0.0181	0.0169	0.08
6	9.04	0.1176	0.0258	0.0243	0.0919
7	13.56	0.1373	0.0798	0.0772	0.0575
8	14.69	0.1569	0.0998	0.097	0.0571
9	14.69	0.1765	0.0998	0.097	0.0767
10	17.52	0.1961	0.1606	0.1576	0.0355
11	19.21	0.2157	0.2034	0.2005	0.0123
12	19.78	0.2353	0.2187	0.2158	0.0166
13	21.92	0.2549	0.2791	0.2766	0.0242
14	24.41	0.2745	0.3531	0.3512	0.0786
15	25.2	0.2941	0.3769	0.3751	0.0828
16	25.76	0.3137	0.3937	0.3921	0.08
17	27.01	0.3333	0.4311	0.4298	0.0977
18	27.57	0.3529	0.4476	0.4465	0.0947
19	28.48	0.3725	0.4742	0.4733	0.1016
20	28.7	0.3922	0.4805	0.4797	0.0884
21	29.15	0.4118	0.4934	0.4927	0.0817
22	30.85	0.4314	0.5408	0.5405	0.1094
23	32.3	0.4510	0.5798	0.5799	0.1288
24	32.7	0.4706	0.5885	0.5887	0.1179
25	33.1	0.4902	0.5999	0.6002	0.1097
26	33.3	0.5098	0.6057	0.6060	0.0959
27	35.3	0.5294	0.6514	0.6521	0.122
28	35.9	0.5490	0.6665	0.6673	0.1175
29	36.4	0.5686	0.6766	0.6774	0.1079
30	36.6	0.5882	0.6813	0.6821	0.0931
31	36.6	0.6078	0.6813	0.6821	0.0734
32	37.2	0.6275	0.6933	0.6942	0.0659
33	38.7	0.6471	0.7227	0.7238	0.0756
34	38.8	0.6667	0.7248	0.7259	0.0581
35	39.1	0.6863	0.7312	0.7324	0.0449
36	39.9	0.7059	0.7457	0.7469	0.0398
37	41.0	0.7255	0.7652	0.7666	0.0398
38	41.0	0.7451	0.7652	0.7666	0.0201
39	41.8	0.7647	0.7782	0.7795	0.0135
40	42.0	0.7843	0.7818	0.7832	0.0025
41	43.2	0.8039	0.7990	0.8004	0.0049
42	43.5	0.8235	0.8039	0.8053	0.0196
43	43.6	0.8431	0.8055	0.8069	0.0376
44	44.3	0.8627	0.8150	0.8164	0.0478
45	45.7	0.8824	0.8326	0.8341	0.0498
46	47.5	0.9020	0.8538	0.8553	0.0481
47	48.1	0.9216	0.8612	0.8626	0.0604
48	50.5	0.9412	0.8842	0.8856	0.0570
49	53.7	0.9608	0.9094	0.9107	0.0514
50	94.1	0.9804	0.9965	0.9967	0.0161
				<b>DELTA TEORICO-</b>	<b>0.1288</b>

Fuente: *Autoridad propia*

**Tabla N° 33:**

*Distribución Log Gumbel -Momentos lineales*

m	%	F(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	5.09	0.0196	0	0	0.0196
2	6.78	0.0392	0	0	0.0392
3	7.35	0.0588	0.0002	0.0001	0.0587
4	7.35	0.0784	0.0002	0.0001	0.0783
5	7.91	0.098	0.0006	0.0004	0.0974
6	9.04	0.1176	0.0036	0.0026	0.1141
7	13.56	0.1373	0.088	0.0808	0.0492
8	14.69	0.1569	0.1277	0.1197	0.0292
9	14.69	0.1765	0.1277	0.1197	0.0488
10	17.52	0.1961	0.2398	0.2322	0.0437
11	19.21	0.2157	0.3074	0.301	0.0917
12	19.78	0.2353	0.3295	0.3236	0.0942
13	21.92	0.2549	0.4078	0.4037	0.1529
14	24.41	0.2745	0.4879	0.4859	0.2134
15	25.2	0.2941	0.5109	0.5094	0.2167
16	25.76	0.3137	0.5264	0.5253	0.2127
17	27.01	0.3333	0.559	0.5587	0.2257
18	27.57	0.3529	0.5727	0.5728	0.2198
19	28.48	0.3725	0.5939	0.5944	0.2213
20	28.7	0.3922	0.5988	0.5995	0.2067
21	29.15	0.4118	0.6086	0.6095	0.1969
22	30.85	0.4314	0.6431	0.6447	0.2117
23	32.3	0.4510	0.6698	0.6719	0.2188
24	32.7	0.4706	0.6756	0.6778	0.2050
25	33.1	0.4902	0.6830	0.6854	0.1928
26	33.3	0.5098	0.6868	0.6892	0.1770
27	35.3	0.5294	0.7157	0.7186	0.1862
28	35.9	0.5490	0.7249	0.7280	0.1759
29	36.4	0.5686	0.7310	0.7341	0.1624
30	36.6	0.5882	0.7338	0.7370	0.1456
31	36.6	0.6078	0.7338	0.7370	0.1260
32	37.2	0.6275	0.7410	0.7443	0.1136
33	38.7	0.6471	0.7584	0.7619	0.1114
34	38.8	0.6667	0.7596	0.7632	0.0930
35	39.1	0.6863	0.7634	0.7670	0.0771
36	39.9	0.7059	0.7718	0.7755	0.0659
37	41.0	0.7255	0.7832	0.7869	0.0577
38	41.0	0.7451	0.7832	0.7869	0.0381
39	41.8	0.7647	0.7906	0.7944	0.0259
40	42.0	0.7843	0.7927	0.7966	0.0084
41	43.2	0.8039	0.8027	0.8066	0.0013
42	43.5	0.8235	0.8055	0.8094	0.0180
43	43.6	0.8431	0.8064	0.8103	0.0367
44	44.3	0.8627	0.8119	0.8159	0.0508
45	45.7	0.8824	0.8222	0.8262	0.0601
46	47.5	0.9020	0.8348	0.8388	0.0672
47	48.1	0.9216	0.8392	0.8432	0.0824
48	50.5	0.9412	0.8533	0.8573	0.0879
49	53.7	0.9608	0.8695	0.8734	0.0913
50	94.1	0.9804	0.9573	0.9598	0.0231
				<b>DELTA TEORICO -</b>	<b>0.2257</b>

Fuente: Autoridad propia

**Tabla N° 34:**

*Distribución Gamma 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	F(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mom. Lineal	Delta
1	5.09	0.0196	0.0075	0.0344	0.0121
2	6.78	0.0392	0.0177	0.0591	0.0215
3	7.35	0.0588	0.0224	0.0686	0.0264
4	7.35	0.0784	0.0224	0.0686	0.056
5	7.91	0.098	0.0276	0.0784	0.0704
6	9.04	0.1176	0.04	0.0994	0.0776
7	13.56	0.1373	0.1138	0.1954	0.0234
8	14.69	0.1569	0.1375	0.2212	0.0194
9	14.69	0.1765	0.1375	0.2212	0.039
10	17.52	0.1961	0.2035	0.287	0.0074
11	19.21	0.2157	0.2462	0.3262	0.0305
12	19.78	0.2353	0.2609	0.3394	0.0256
13	21.92	0.2549	0.3174	0.388	0.0625
14	24.41	0.2745	0.3836	0.4427	0.1091
15	25.2	0.2941	0.4044	0.4595	0.1103
16	25.76	0.3137	0.4191	0.4713	0.1054
17	27.01	0.3333	0.4514	0.497	0.1181
18	27.57	0.3529	0.4657	0.5082	0.1128
19	28.48	0.3725	0.4886	0.5262	0.116
20	28.7	0.3922	0.494	0.5305	0.1019
21	29.15	0.4118	0.5051	0.5391	0.0934
22	30.85	0.4314	0.5459	0.5709	0.1146
23	32.3	0.4510	0.5797	0.5971	0.1287
24	32.7	0.4706	0.5872	0.6029	0.1166
25	33.1	0.4902	0.5971	0.6106	0.1069
26	33.3	0.5098	0.6021	0.6145	0.0923
27	35.3	0.5294	0.6424	0.6458	0.1130
28	35.9	0.5490	0.6557	0.6563	0.1067
29	36.4	0.5686	0.6647	0.6633	0.0961
30	36.6	0.5882	0.6689	0.6667	0.0807
31	36.6	0.6078	0.6689	0.6667	0.0611
32	37.2	0.6275	0.6797	0.6751	0.0523
33	38.7	0.6471	0.7064	0.6963	0.0593
34	38.8	0.6667	0.7083	0.6978	0.0416
35	39.1	0.6863	0.7142	0.7025	0.0279
36	39.9	0.7059	0.7275	0.7132	0.0216
37	41.0	0.7255	0.7458	0.7279	0.0203
38	41.0	0.7451	0.7458	0.7279	0.0007
39	41.8	0.7647	0.7579	0.7378	0.0068
40	42.0	0.7843	0.7614	0.7407	0.0229
41	43.2	0.8039	0.7778	0.7542	0.0261
42	43.5	0.8235	0.7826	0.7581	0.0410
43	43.6	0.8431	0.7841	0.7594	0.059
44	44.3	0.8627	0.7933	0.7671	0.0694
45	45.7	0.8824	0.8106	0.7818	0.0717
46	47.5	0.9020	0.8320	0.8002	0.0700
47	48.1	0.9216	0.8394	0.8067	0.0821
48	50.5	0.9412	0.8633	0.8281	0.0779
49	53.7	0.9608	0.8903	0.8534	0.0704
50	94.1	0.9804	0.9955	0.9836	0.0151
				DELTA TEORICO -	0.1287

Fuente: Autoridad propia

**Tabla N° 35:**

*Distribución Log Pearson Tipo III - Momentos lineales*

m	X	F(X)	G(Y) Ordinaria	G(Y) Mom. Lineal	Delta
1	5.09	0.0196	0	0	0.0196
2	6.78	0.0392	0	0	0.0392
3	7.35	0.0588	0	0	0.0588
4	7.35	0.0784	0	0	0.0784
5	7.91	0.098	0	0	0.098
6	9.04	0.1176	0	0	0.1176
7	13.56	0.1373	0	0	0.1373
8	14.69	0.1569	0	0	0.1569
9	14.69	0.1765	0	0	0.1765
10	17.52	0.1961	0	0	0.1961
11	19.21	0.2157	0	0	0.2157
12	19.78	0.2353	0	0	0.2353
13	21.92	0.2549	0	0	0.2549
14	24.41	0.2745	0	0	0.2745
15	25.2	0.2941	0	0	0.2941
16	25.76	0.3137	0	0	0.3137
17	27.01	0.3333	0	0	0.3333
18	27.57	0.3529	0	0	0.3529
19	28.48	0.3725	0	0	0.3725
20	28.7	0.3922	0	0	0.3922
21	29.15	0.4118	0	0	0.4118
22	30.85	0.4314	0	0	0.4314
23	32.3	0.4510	0.0000	0.0000	0.4510
24	32.7	0.4706	0.0000	0.0000	0.4706
25	33.1	0.4902	0.0000	0.0000	0.4902
26	33.3	0.5098	0.0000	0.0000	0.5098
27	35.3	0.5294	0.0000	0.0000	0.5294
28	35.9	0.5490	0.0000	0.0000	0.5490
29	36.4	0.5686	0.0000	0.0000	0.5686
30	36.6	0.5882	0.0000	0.0000	0.5882
31	36.6	0.6078	0.0000	0.0000	0.6078
32	37.2	0.6275	0.0000	0.0000	0.6275
33	38.7	0.6471	0.0000	0.0000	0.6471
34	38.8	0.6667	0.0000	0.0000	0.6667
35	39.1	0.6863	0.0000	0.0000	0.6863
36	39.9	0.7059	0.0000	0.0000	0.7059
37	41.0	0.7255	0.0000	0.0000	0.7255
38	41.0	0.7451	0.0000	0.0000	0.7451
39	41.8	0.7647	0.0000	0.0000	0.7647
40	42.0	0.7843	0.0000	0.0000	0.7843
41	43.2	0.8039	0.0000	0.0000	0.8039
42	43.5	0.8235	0.0000	0.0000	0.8235
43	43.6	0.8431	0.0000	0.0000	0.8431
44	44.3	0.8627	0.0000	0.0000	0.8627
45	45.7	0.8824	0.0000	0.0000	0.8824
46	47.5	0.9020	0.0000	0.0000	0.9020
47	48.1	0.9216	0.0000	0.0000	0.9216
48	50.5	0.9412	0.0000	0.0000	0.9412
49	53.7	0.9608	0.0000	0.0000	0.9608
50	94.1	0.9804	0.0000	0.0000	0.9804
				<b>DELTA TEORICO -</b>	<b>0.9804</b>

Fuente: *Autoridad propia*

**RESUMEN**

DELTA TABULAR 0.1923

DELTA TEORICO - DELTA TABULAR:

NORMAL 0.1139

LOG NORMAL DE 2 P 0.0366

GAMMA 2 P 0.0636

GUMBEL 0.0635

LOG GUMBEL 0.0334

LOG PEARSON TIPO III 0.7881

MINIMO 0.0334

LA DISTRIBUCION A EMPLEAR SERA LOG GUMBEL

**ESTACIÓN: SALPO****Tabla N° 36:***Estación Salpo*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max*1.13
1988	20	14.5	12	13.4	9.4	1.4	1.2	12.2	5.6	14	4	0	22.60
1989	16.4	26.5	20	10	7	6	6	4	5	25	4.2	0	29.95
1990	7.4	14.5	21.5	14	14	6.5	0	0	12.2	20.4	3	9.6	24.30
1991	15.8	19	20.6	20	10	0.3	0	0	9	10	20	10.2	23.28
1992	22	10	20	10.4	20	14	8.4	1.3	9	5	5.8	2.8	24.86
1993	20.3	18	25	21.2	6.9	3.4	9	2	18	11	10	12.8	28.25
1994	15.3	40	20	14	20	6.2	3.5	0	16.4	2.1	14.4	14.4	45.20
1995	18.4	23	12	16	5.7	4	8.7	3	7.4	12	8.2	14	25.99
1996	18	35.5	14	10.6	7.5	3.2	0.4	6.5	9	9.5	1.5	2.5	40.12
1997	5.5	26	10.5	15.5	6.2	4	2	0	5.5	7	18.4	18.6	29.38
1998	18.8	28.5	28	22.1	15.5	3.5	2.2	7.5	14.5	11.5	9.2	7.4	32.21
1999	18.5	31.8	9.2	10	10.7	6.6	4	0.5	5.8	7.4	4.8	10	35.93
2000	12.7	18.3	20	20.6	13.6	11.5	3.6	10.8	8.5	18	11.2	24	27.12
2001	18.7	12.8	29	21.6	10	6.5	4	0.3	6	5.7	8.4	12.8	32.77
2002	7.5	29	19.7	9.8	3.8	12	0.3	0	1.8	15.2	14.9	11	32.77
2003	12.6	29	25.2	23	4.2	10	5.8	0	2.2	5	8	10.5	32.77
2004	8	16.9	10.4	10.2	3.4	0.2	2	0	6.7	20.8	7.2	16	23.50
2005	16.4	10	10.2	12.4	1	0.6	0	9.8	6.5	16	11.2	9	18.53
2006	13.6	30.6	33	20.5	8.4	5.5	0	8.6	7	4.2	19	5.4	37.29
2007	12.9	10.4	20.4	12.6	7.4	0	5.6	5.4	5.5	11.4	20.3	6.3	23.05
2008	12.5	16	16	16	4.3	6	3.5	2.4	10.6	14.2	43	1.3	48.59
2009	30.5	10.3	14.2	12.2	4.8	3	9.2	3.6	1.4	12.6	14.5	10	34.47
2013	10.7	21	28.5	12.2	3.9	3	0	0	6.3	18	2.5	12.4	32.21
2014	19	10.2	18.2	13.5	8.8	10	6.6	10.2	13	10.4	14.4	30.4	34.35
2015	13.6	23.9	23.6	21.4	9.4	5.8	4.2	0	4.8	12.5	10.7	15.2	27.01
2016	16.2	22.4	10.7	15	3.2	0.8	0	0	17.4	30.7	4.6	4.2	34.69
2017	8.7	15											16.95

Fuente: SENAMHI

**Tabla N°37:***Distribución Normal-Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	16.95	0.0357	0.0364	0.0368	0.0007
2	18.53	0.0714	0.0568	0.0574	0.0146
3	22.9	0.1071	0.1598	0.1605	0.0526
4	23.05	0.1429	0.1647	0.1655	0.0219
5	23.28	0.1786	0.1725	0.1732	0.0061
6	23.5	0.2143	0.1802	0.1809	0.0341
7	24.3	0.25	0.2097	0.2104	0.0403
8	24.86	0.2857	0.232	0.2327	0.0537
9	25.99	0.3214	0.2808	0.2814	0.0406
10	27.01	0.3571	0.3287	0.3292	0.0284
11	27.12	0.3929	0.3341	0.3346	0.0588
12	28.25	0.4286	0.3909	0.3912	0.0377
13	29.38	0.4643	0.4502	0.4503	0.0141
14	29.95	0.5	0.4806	0.4806	0.0194
15	32.21	0.5357	0.6006	0.6003	0.0648
16	32.21	0.5714	0.6006	0.6003	0.0291
17	32.77	0.6071	0.6293	0.6289	0.0221
18	32.77	0.6429	0.6293	0.6289	0.0136
19	32.77	0.6786	0.6293	0.6289	0.0493
20	34.35	0.7143	0.7061	0.7056	0.0082
21	34.47	0.75	0.7117	0.7111	0.0383
22	34.69	0.7857	0.7217	0.7211	0.0641
23	35.9	0.8214	0.7747	0.7740	0.0468
24	37.3	0.8571	0.8256	0.8249	0.0315
25	40.1	0.8929	0.9061	0.9054	0.0132
26	45.2	0.9286	0.9772	0.9769	0.0486
27	48.6	0.9643	0.9929	0.9928	0.0287
				DELTA TEORICO	0.0648

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°38:***Distribución Log Normal 2 Parámetros-Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.95	0.0357	0.013	0.0138	0.0228
2	18.53	0.0714	0.0309	0.0323	0.0405
3	22.9	0.1071	0.1554	0.158	0.0482
4	23.05	0.1429	0.1617	0.1644	0.0189
5	23.28	0.1786	0.1718	0.1744	0.0068
6	23.5	0.2143	0.1816	0.1842	0.0327
7	24.3	0.25	0.2194	0.2219	0.0306
8	24.86	0.2857	0.2475	0.2499	0.0382
9	25.99	0.3214	0.3075	0.3094	0.014
10	27.01	0.3571	0.364	0.3655	0.0069
11	27.12	0.3929	0.3702	0.3716	0.0227
12	28.25	0.4286	0.4338	0.4345	0.0053
13	29.38	0.4643	0.4966	0.4967	0.0324
14	29.95	0.5	0.5275	0.5272	0.0275
15	32.21	0.5357	0.6415	0.64	0.1058
16	32.21	0.5714	0.6415	0.64	0.0701
17	32.77	0.6071	0.6672	0.6654	0.06
18	32.77	0.6429	0.6672	0.6654	0.0243
19	32.77	0.6786	0.6672	0.6654	0.0114
20	34.35	0.7143	0.7331	0.7308	0.0188
21	34.47	0.75	0.7377	0.7354	0.0123
22	34.69	0.7857	0.746	0.7436	0.0398
23	35.9	0.8214	0.7892	0.7866	0.0323
24	37.3	0.8571	0.8298	0.8271	0.0273
25	40.1	0.8929	0.8941	0.8915	0.0012
26	45.2	0.9286	0.9581	0.9564	0.0296
27	48.6	0.9643	0.9784	0.9772	0.0141
				DELTA TEORICO	0.1058

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°39:***Distribución Gumbel-Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	16.95	0.0357	0.0037	0.0064	0.032
2	18.53	0.0714	0.014	0.0203	0.0575
3	22.9	0.1071	0.1337	0.1496	0.0265
4	23.05	0.1429	0.1407	0.1566	0.0022
5	23.28	0.1786	0.1518	0.1678	0.0267
6	23.5	0.2143	0.1629	0.1788	0.0514
7	24.3	0.25	0.2057	0.2211	0.0443
8	24.86	0.2857	0.2379	0.2525	0.0478
9	25.99	0.3214	0.3067	0.3188	0.0148
10	27.01	0.3571	0.371	0.3804	0.0138
11	27.12	0.3929	0.378	0.3871	0.0149
12	28.25	0.4286	0.4489	0.4547	0.0203
13	29.38	0.4643	0.5172	0.5197	0.0529
14	29.95	0.5	0.5501	0.551	0.0501
15	32.21	0.5357	0.667	0.663	0.1313
16	32.21	0.5714	0.667	0.663	0.0956
17	32.77	0.6071	0.6923	0.6874	0.0852
18	32.77	0.6429	0.6923	0.6874	0.0494
19	32.77	0.6786	0.6923	0.6874	0.0137
20	34.35	0.7143	0.7557	0.749	0.0414
21	34.47	0.75	0.76	0.7532	0.01
22	34.69	0.7857	0.7678	0.7609	0.0179
23	35.9	0.8214	0.8078	0.8002	0.0136
24	37.3	0.8571	0.8446	0.8368	0.0125
25	40.1	0.8929	0.9015	0.8941	0.0086
26	45.2	0.9286	0.9577	0.9526	0.0291
27	48.6	0.9643	0.9762	0.9726	0.0119
				DELTA TEORICO =	0.1313

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°40:***Distribución Log Gumbel-Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.95	0.0357	0.0001	0.0002	0.0357
2	18.53	0.0714	0.0021	0.0044	0.0693
3	22.9	0.1071	0.1274	0.146	0.0203
4	23.05	0.1429	0.1364	0.1551	0.0064
5	23.28	0.1786	0.1508	0.1695	0.0278
6	23.5	0.2143	0.1649	0.1836	0.0494
7	24.3	0.25	0.2197	0.2373	0.0303
8	24.86	0.2857	0.26	0.2762	0.0257
9	25.99	0.3214	0.3429	0.3554	0.0215
10	27.01	0.3571	0.416	0.4246	0.0589
11	27.12	0.3929	0.4237	0.4318	0.0308
12	28.25	0.4286	0.499	0.5028	0.0704
13	29.38	0.4643	0.5669	0.5671	0.1026
14	29.95	0.5	0.5982	0.5968	0.0982
15	32.21	0.5357	0.7028	0.6967	0.1671
16	32.21	0.5714	0.7028	0.6967	0.1314
17	32.77	0.6071	0.7243	0.7174	0.1171
18	32.77	0.6429	0.7243	0.7174	0.0814
19	32.77	0.6786	0.7243	0.7174	0.0457
20	34.35	0.7143	0.7766	0.7682	0.0623
21	34.47	0.75	0.7801	0.7717	0.0301
22	34.69	0.7857	0.7864	0.7778	0.0007
23	35.9	0.8214	0.8185	0.8094	0.0030
24	37.3	0.8571	0.8476	0.8384	0.0095
25	40.1	0.8929	0.8930	0.8841	0.0001
26	45.2	0.9286	0.9407	0.9336	0.0122
27	48.6	0.9643	0.9588	0.9530	0.0054
				DELTA TEORICO =	0.1671

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°41:***Distribución Gamma 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.95	0.0357	0.0169	0.0789	0.0188
2	18.53	0.0714	0.0352	0.1158	0.0362
3	22.9	0.1071	0.1509	0.2556	0.0437
4	23.05	0.1429	0.1567	0.2612	0.0139
5	23.28	0.1786	0.166	0.2698	0.0126
6	23.5	0.2143	0.1751	0.2781	0.0392
7	24.3	0.25	0.2102	0.3088	0.0398
8	24.86	0.2857	0.2366	0.3307	0.0491
9	25.99	0.3214	0.2936	0.3756	0.0278
10	27.01	0.3571	0.3483	0.4165	0.0089
11	27.12	0.3929	0.3543	0.4209	0.0385
12	28.25	0.4286	0.4172	0.466	0.0114
13	29.38	0.4643	0.4805	0.5103	0.0162
14	29.95	0.5	0.5121	0.5322	0.0121
15	32.21	0.5357	0.6312	0.615	0.0955
16	32.21	0.5714	0.6312	0.615	0.0598
17	32.77	0.6071	0.6585	0.6343	0.0513
18	32.77	0.6429	0.6585	0.6343	0.0156
19	32.77	0.6786	0.6585	0.6343	0.0201
20	34.35	0.7143	0.7293	0.6857	0.015
21	34.47	0.75	0.7343	0.6894	0.0157
22	34.69	0.7857	0.7433	0.6962	0.0424
23	35.9	0.8214	0.7902	0.7324	0.0312
24	37.3	0.8571	0.8344	0.7686	0.0228
25	40.1	0.8929	0.9035	0.8323	0.0106
26	45.2	0.9286	0.9684	0.9114	0.0399
27	48.6	0.9643	0.9864	0.9443	0.0221
				DELTA TEORICO =	0.0955

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°42:**

*Distribución Log Pearson tipo III- Momentos Lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.95	0.0357	0	0.0085	0.0357
2	18.53	0.0714	0	0.0251	0.0714
3	22.9	0.1071	0	0.1578	0.1071
4	23.05	0.1429	0	0.1647	0.1429
5	23.28	0.1786	0	0.1756	0.1786
6	23.5	0.2143	0	0.1862	0.2143
7	24.3	0.25	0	0.2269	0.25
8	24.86	0.2857	0	0.257	0.2857
9	25.99	0.3214	0	0.3203	0.3214
10	27.01	0.3571	0	0.3789	0.3571
11	27.12	0.3929	0	0.3852	0.3929
12	28.25	0.4286	0	0.4499	0.4286
13	29.38	0.4643	0	0.5125	0.4643
14	29.95	0.5	0	0.5428	0.5
15	32.21	0.5357	0	0.6526	0.5357
16	32.21	0.5714	0	0.6526	0.5714
17	32.77	0.6071	0	0.6769	0.6071
18	32.77	0.6429	0	0.6769	0.6429
19	32.77	0.6786	0	0.6769	0.6786
20	34.35	0.7143	0	0.7386	0.7143
21	34.47	0.75	0	0.7429	0.75
22	34.69	0.7857	0	0.7507	0.7857
23	35.9	0.8214	0.0000	0.7907	0.8214
24	37.3	0.8571	0.0000	0.8283	0.8571
25	40.1	0.8929	0.0000	0.8881	0.8929
26	45.2	0.9286	0.0000	0.9498	0.9286
27	48.6	0.9643	0.0000	0.9710	0.9643
				DELTA TEORICO =	0.9643

**Fuente:** *Autoridad propia*

**RESUMEN**

DELTA TABULAR	0.2617
DELTA TEORICO - DELTA TABULAR:	
NORMAL	0.1969
LOG NORMAL DE 2 P	0.1559
GAMMA 2 P	0.1662
GUMBEL	0.1304
LOG GUMBEL	0.0946
LOG PEARSON TIPO III	0.7026

**MINIMO 0.0946**

**LA DISTRIBUCION A EMPLEAR SERA LOG GUMBEL**

**ESTACIÓN: SINSICAP****Tabla N°43:***Estación: Sinsicap*

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max*1.13
1964	8.4	10.3	13.2	22.5		0	3.2	3.7	1.2	9.9	4.9	2.7	25.43
1965	0.6	1.2	24.1	8.3	2.1	0	0	0	2.8	8	0	7.3	27.23
1966	19.2	6.4	21.2	7.4	0	0	0	0	1.7	7.8	3.7	1.4	23.96
1967	10.2	96.4	9.2	6.2	2.8	0	4	1.5	3.6	6.2	0.8	0.4	108.93
1968	8.9	7.2	15.6	10.9	1.2	0	0	6.2	3.3	15.6	2.7	9.9	17.63
1969	4.7	9.6	16.9	7.2	0.6	0.8	0	0.4	1.6	7.6	3.2	13.6	19.10
1970	19.2	6.4	9.2	9.2	5.8	1.9	0	1.4	3.4	7.9	1.8	5.3	21.70
1971	7.5	13.2	22.2	9.3	1.3	5.2	0	3.6	6.8	2.9	0.9	12.1	25.09
1972	14.6	25.1	90.4	7.5	3.8	2.1	0	1.3	5.9	2.9	5.3	6.1	102.15
1973	24.1	47.3	25.6	15.7	3.3	3.6	3.7	0	3.4	2.9	2.9	6.1	53.45
1974	2.9	14.2	6.4	3.9	1.2	1.7	0.9	1.9	2	2.1	2.4	2.5	16.05
1975	9.1	42.6	18.1	10.2	0.6	2.1	0	7.4	5.2	8.5	3.9	5.7	48.14
1976	12.2	21.3	12.4	21.3	3.9	6.6	0	0	0	1.8	0	7.9	24.07
1977	14.4	35.6	16.8	7.6	1.3	0	0	0	2.2	2.2	3.4	2.5	40.23
1978	10.1	25.5	14.2	2.1	2.8	0	0	0	2.6	0.6	4.7	3.5	28.82
1979	5.5	15.9	44.1	8.4	0	0	0	3.6	2.1	0	0.8	2.9	49.83
1980	0.5	8.8	9.9	3.1	2.3	0	0	0	0	4.5	3.2	9.2	11.19
1981	19.8	11.2	18.2	3.2	0	0	0	0.7	0.8	9.2	1.3	2.3	22.37
1982	16.6	1.2	12.6	4.8	0	0	0	0	0	8.3	33.7	3.2	38.08
1983	42.5	27.1	88.3	31.3	42.1	20.1	0	0	0	12.1	2.1	12.9	99.78
1984	6.1	28.6	22.4	4.2	8.1	2.2	0	0	0	12.2	5.1	3.4	32.32
1985	14.1	8.6	12.3	3.2	2.2	0	0	0	3.4	0	0	3.1	15.93
1986	14.2	10.4	4.8	11.3	0	0	0	8.9	0	3.8	2.6	5.2	16.05
1987	18.3	10.2	38.6	9.1	1.2	2.1	0	0	0	2.8	6.1	3.2	43.62
1988	29.4	8.8	6.1	12.3	4.7	0	0	0	0	4.1	2.4	3.6	33.22
1989	6.2	21.4	13.2	5.1	1.6	1.4	0	1.3	4.6	15.3	0	0	24.18
1990	3.1	10.8	6.8	2.7	0	1.2	0	0	0.9	4.1	12.4	3.2	14.01
1991	1.2	5.9	20.8	7.2	4.4	0	0	0	0	5.1	2.2	4.2	23.50
1992	7.9	8.6	13	42.9	5.6	5.2	0	0	4.7	1.2	1.3	1.3	48.48
1993	11.3	37.2	28.1	13.1	2.3	0	0	0	8.2	3.3	9.4	5.7	42.04
1994	23.6	24.1	24.2	15.2	1.8	3	0	0	1.3	1.5	8.8	7.2	27.35
1995	8.2	16.5	7.6	4.1	3.2	2.8	0.8	0	0.8	4	4.3	11.2	18.65
1996	6.3	35.6	25.1	7.2	0.6	0	0	0	1.8	3.7	2.1	1.9	40.23
1997	4.2	8.7	11.1	21.2	1.3	1.1	0	0	2.8	3.1	6.3	31.8	35.93
1998	39.7	49.6	64.4	12.4	8.2	3.1	0	0	1.4	4.4	2.2	4.5	72.77
1999	16.6	53.3	7.8	9.7	14.4	0.6	1.8	0	2.4	2.6	1.6	9.4	60.23
2000	12.4	20.5	22.6	16.5	10.4	0	0	2.2	12.2	1.3	3.2	11.1	25.54
2001	19.4	15.1	47.9	12.4	4.3	2.4	0	0	5.1	5.7	3.4	2.6	54.13
2002	1.8	63.8	16.4	18.9	0.9	1	0	0	1.9	5.5	7.4	3.7	72.09
2003	5.5	24.7	5.8	10.5	3.9	0.9	0.1	0	0	1.8	9.6	28.2	31.87
2004	5.1	16.1	6.2	7.7	12.1	0	0	0	0	36.7	2.9	4.8	41.47
2005	9.2	14.1	15.7	7.6	0	0	0	0	0	5.3	2.1	9.4	17.74
2006	10.8	63.9	19.4	12.1	0	2.4	0	0	1.1	0.8	10.7	13.3	72.21
2007	7		14.4	9	12.6	0	0	0.3	0.3	5.3	10.4	7.6	16.27
2008	16.7	48	21.6	14.5	2.2	2.3	0.6	0.8	0.9	6.7	4.9	2.1	54.24
2009	24.4	16.3	24.4	9.4	1.1	0	0.8	0.4	0	4.5	11.1	4.8	27.57
2010	12.2	49.7	8.7	11.2	7.2	0.2	0.01	0	12.4	1.7	4.9	3.5	56.16
2011	11.2	9.8	10.3	15.1	0.8	1.1	0.01	0.01	2.6	1.2	7.1	6.4	17.06
2012	18.6	21.7	25.3	15.8	3.6	5.1	0	0	2.3	13.9	4.7	7.3	28.59
2013	8.6	12.2	27.9	2.9	3.2	0	0	0	0	7.1	0	1.5	31.53
2014	7.3	11.2	19.3	11.8	13.5	0	0	0	4.9	7.4	4.1	13.1	21.81
2015	15.1	14.1	18.7	8.3	4.3	0	0.9	0	0	3.7	6.2	4.5	21.13
2016	35.1	24.5	10.3	8.6	1.4	0	0	0	1.8	0.3	0	3.7	39.66
2017	22.1	47.1	57.1										64.52

Fuente: SENAMHI

**Tabla N° 44:**

*Distribución Normal-Momentos lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	11.19	0.0182	0.1203	0.1035	0.1021
2	14.01	0.0364	0.147	0.1295	0.1106
3	15.93	0.0545	0.1673	0.1496	0.1127
4	16.05	0.0727	0.1686	0.151	0.0959
5	16.05	0.0909	0.1686	0.151	0.0777
6	16.27	0.1091	0.171	0.1534	0.0619
7	17.06	0.1273	0.18	0.1624	0.0527
8	17.63	0.1455	0.1867	0.1691	0.0412
9	17.74	0.1636	0.188	0.1705	0.0243
10	18.65	0.1818	0.1989	0.1816	0.0171
11	19.1	0.2	0.2045	0.1873	0.0045
12	21.13	0.2182	0.2307	0.2142	0.0126
13	21.7	0.2364	0.2384	0.2221	0.0021
14	21.81	0.2545	0.2399	0.2237	0.0146
15	22.37	0.2727	0.2477	0.2317	0.0251
16	23.5	0.2909	0.2636	0.2483	0.0273
17	23.96	0.3091	0.2703	0.2552	0.0388
18	24.07	0.3273	0.2719	0.2569	0.0554
19	24.18	0.3455	0.2735	0.2586	0.072
20	25.09	0.3636	0.287	0.2727	0.0767
21	25.43	0.3818	0.2921	0.278	0.0897
22	25.54	0.4	0.2937	0.2798	0.1063
23	27.2	0.4182	0.3198	0.3073	0.0983
24	27.4	0.4364	0.3217	0.3093	0.1146
25	27.6	0.4545	0.3252	0.3130	0.1293
26	28.6	0.4727	0.3415	0.3303	0.1312
27	28.8	0.4909	0.3452	0.3342	0.1457
28	31.5	0.5091	0.3901	0.3820	0.1190
29	31.9	0.5273	0.3958	0.3882	0.1314
30	32.3	0.5455	0.4035	0.3964	0.1420
31	33.2	0.5636	0.4189	0.4128	0.1448
32	35.9	0.5818	0.4659	0.4633	0.1159
33	38.1	0.6000	0.5036	0.5038	0.0964
34	39.7	0.6182	0.5313	0.5336	0.0869
35	40.2	0.6364	0.5412	0.5443	0.0952
36	40.2	0.6545	0.5412	0.5443	0.1133
37	41.5	0.6727	0.5628	0.5675	0.1099
38	42.0	0.6909	0.5726	0.5781	0.1183
39	43.6	0.7091	0.5997	0.6070	0.1094
40	48.1	0.7273	0.6741	0.6863	0.0532
41	48.5	0.7455	0.6795	0.6920	0.0660
42	49.8	0.7636	0.7004	0.7141	0.0632
43	53.5	0.7818	0.7533	0.7693	0.0286
44	54.1	0.8000	0.7626	0.7790	0.0374
45	54.2	0.8182	0.7641	0.7805	0.0541
46	56.2	0.8364	0.7893	0.8064	0.0471
47	60.2	0.8545	0.8372	0.8548	0.0174
48	64.5	0.8727	0.8793	0.8962	0.0066
49	72.1	0.8909	0.9338	0.9472	0.0429
50	72.2	0.9091	0.9344	0.9478	0.0254
51	72.8	0.9273	0.9375	0.9506	0.0103
52	99.8	0.9455	0.9968	0.9983	0.0513
53	102.2	0.9636	0.9976	0.9988	0.0340
54	108.9	0.9818	0.9991	0.9996	0.0173
DELTA TEORICO =					0.1457

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 45:**

*Distribución Log Normal 2 Parámetros-Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	11.19	0.0182	0.0247	0.0266	0.0065
2	14.01	0.0364	0.0603	0.0635	0.024
3	15.93	0.0545	0.0942	0.0979	0.0396
4	16.05	0.0727	0.0965	0.1003	0.0238
5	16.05	0.0909	0.0965	0.1003	0.0056
6	16.27	0.1091	0.1009	0.1047	0.0082
7	17.06	0.1273	0.1171	0.1211	0.0101
8	17.63	0.1455	0.1295	0.1335	0.016
9	17.74	0.1636	0.1319	0.1359	0.0317
10	18.65	0.1818	0.1526	0.1566	0.0292
11	19.1	0.2	0.1632	0.1672	0.0368
12	21.13	0.2182	0.2131	0.217	0.0051
13	21.7	0.2364	0.2276	0.2314	0.0088
14	21.81	0.2545	0.2304	0.2342	0.0241
15	22.37	0.2727	0.2448	0.2485	0.0279
16	23.5	0.2909	0.2742	0.2775	0.0167
17	23.96	0.3091	0.2862	0.2894	0.0229
18	24.07	0.3273	0.2891	0.2923	0.0382
19	24.18	0.3455	0.292	0.2951	0.0535
20	25.09	0.3636	0.3157	0.3186	0.0479
21	25.43	0.3818	0.3246	0.3273	0.0572
22	25.54	0.4	0.3275	0.3301	0.0725
23	27.2	0.4182	0.3711	0.3731	0.0471
24	27.4	0.4364	0.3741	0.3762	0.0622
25	27.6	0.4545	0.3797	0.3817	0.0748
26	28.6	0.4727	0.4054	0.4070	0.0673
27	28.8	0.4909	0.4111	0.4126	0.0798
28	31.5	0.5091	0.4764	0.4768	0.0327
29	31.9	0.5273	0.4842	0.4845	0.0430
30	32.3	0.5455	0.4945	0.4946	0.0509
31	33.2	0.5636	0.5147	0.5145	0.0489
32	35.9	0.5818	0.5719	0.5707	0.0099
33	38.1	0.6000	0.6134	0.6115	0.0134
34	39.7	0.6182	0.6417	0.6394	0.0235
35	40.2	0.6364	0.6514	0.6490	0.0151
36	40.2	0.6545	0.6514	0.6490	0.0031
37	41.5	0.6727	0.6718	0.6692	0.0009
38	42.0	0.6909	0.6809	0.6781	0.0100
39	43.6	0.7091	0.7047	0.7016	0.0044
40	48.1	0.7273	0.7641	0.7604	0.0368
41	48.5	0.7455	0.7680	0.7643	0.0226
42	49.8	0.7636	0.7832	0.7793	0.0195
43	53.5	0.7818	0.8191	0.8151	0.0373
44	54.1	0.8000	0.8252	0.8211	0.0252
45	54.2	0.8182	0.8261	0.8221	0.0079
46	56.2	0.8364	0.8421	0.8380	0.0057
47	60.2	0.8545	0.8711	0.8671	0.0166
48	64.5	0.8727	0.8959	0.8920	0.0231
49	72.1	0.8909	0.9282	0.9248	0.0373
50	72.2	0.9091	0.9286	0.9252	0.0195
51	72.8	0.9273	0.9305	0.9272	0.0033
52	99.8	0.9455	0.9803	0.9786	0.0349
53	102.2	0.9636	0.9823	0.9807	0.0187
54	108.9	0.9818	0.9869	0.9856	0.0050
DELTA TEORICO =					0.0798

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°46:**

*Distribución Gumbel: Momentos Lineales*

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) MomLineal	Delta
1	11.19	0.0182	0.0797	0.0709	0.0616
2	14.01	0.0364	0.1157	0.1057	0.0793
3	15.93	0.0545	0.1443	0.134	0.0898
4	16.05	0.0727	0.1462	0.1359	0.0735
5	16.05	0.0909	0.1462	0.1359	0.0553
6	16.27	0.1091	0.1497	0.1394	0.0406
7	17.06	0.1273	0.1626	0.1523	0.0354
8	17.63	0.1455	0.1723	0.1619	0.0268
9	17.74	0.1636	0.1741	0.1638	0.0105
10	18.65	0.1818	0.1901	0.1798	0.0082
11	19.1	0.2	0.1981	0.1879	0.0019
12	21.13	0.2182	0.236	0.2264	0.0179
13	21.7	0.2364	0.2471	0.2376	0.0107
14	21.81	0.2545	0.2492	0.2398	0.0053
15	22.37	0.2727	0.2602	0.251	0.0125
16	23.5	0.2909	0.2828	0.274	0.0081
17	23.96	0.3091	0.2921	0.2836	0.017
18	24.07	0.3273	0.2943	0.2858	0.033
19	24.18	0.3455	0.2965	0.2881	0.0489
20	25.09	0.3636	0.3151	0.3072	0.0485
21	25.43	0.3818	0.3221	0.3144	0.0597
22	25.54	0.4	0.3244	0.3167	0.0756
23	27.2	0.4182	0.3593	0.3527	0.0588
24	27.4	0.4364	0.3618	0.3552	0.0745
25	27.6	0.4545	0.3664	0.3599	0.0882
26	28.6	0.4727	0.3875	0.3817	0.0852
27	28.8	0.4909	0.3923	0.3866	0.0986
28	31.5	0.5091	0.4479	0.4440	0.0611
29	31.9	0.5273	0.4548	0.4511	0.0724
30	32.3	0.5455	0.4639	0.4605	0.0816
31	33.2	0.5636	0.4819	0.4791	0.0818
32	35.9	0.5818	0.5344	0.5333	0.0474
33	38.1	0.6000	0.5740	0.5742	0.026
34	39.7	0.6182	0.6019	0.6028	0.0163
35	40.2	0.6364	0.6116	0.6128	0.0248
36	40.2	0.6545	0.6116	0.6128	0.0429
37	41.5	0.6727	0.6323	0.6340	0.0405
38	42.0	0.6909	0.6415	0.6435	0.0494
39	43.6	0.7091	0.6662	0.6689	0.0429
40	48.1	0.7273	0.7300	0.7340	0.0027
41	48.5	0.7455	0.7344	0.7384	0.0111
42	49.8	0.7636	0.7512	0.7555	0.0125
43	53.5	0.7818	0.7919	0.7968	0.0101
44	54.1	0.8000	0.7989	0.8038	0.0011
45	54.2	0.8182	0.8000	0.8050	0.0182
46	56.2	0.8364	0.8186	0.8236	0.0178
47	60.2	0.8545	0.8529	0.8580	0.0017
48	64.5	0.8727	0.8825	0.8875	0.0098
49	72.1	0.8909	0.9217	0.9260	0.0308
50	72.2	0.9091	0.9222	0.9265	0.0131
51	72.8	0.9273	0.9245	0.9287	0.0027
52	99.8	0.9455	0.9830	0.9847	0.0376
53	102.2	0.9636	0.9851	0.9867	0.0215
54	108.9	0.9818	0.9898	0.9910	0.0080
DELTA TEORICO =					0.0986

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°47:**

*Distribución Log Gumbel: Momentos Lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	11.19	0.0182	0.0009	0.0024	0.0173
2	14.01	0.0364	0.0164	0.0257	0.0199
3	15.93	0.0545	0.0481	0.0638	0.0064
4	16.05	0.0727	0.0507	0.0668	0.022
5	16.05	0.0909	0.0507	0.0668	0.0402
6	16.27	0.1091	0.0557	0.0724	0.0533
7	17.06	0.1273	0.0757	0.0942	0.0516
8	17.63	0.1455	0.0918	0.1112	0.0537
9	17.74	0.1636	0.095	0.1146	0.0686
10	18.65	0.1818	0.1235	0.144	0.0583
11	19.1	0.2	0.1384	0.1591	0.0616
12	21.13	0.2182	0.2106	0.2303	0.0076
13	21.7	0.2364	0.2315	0.2506	0.0048
14	21.81	0.2545	0.2356	0.2545	0.019
15	22.37	0.2727	0.2562	0.2743	0.0165
16	23.5	0.2909	0.2975	0.3137	0.0066
17	23.96	0.3091	0.3141	0.3294	0.005
18	24.07	0.3273	0.318	0.3332	0.0092
19	24.18	0.3455	0.322	0.3369	0.0235
20	25.09	0.3636	0.3539	0.367	0.0097
21	25.43	0.3818	0.3656	0.3781	0.0162
22	25.54	0.4	0.3694	0.3816	0.0306
23	27.2	0.4182	0.4248	0.4336	0.0066
24	27.4	0.4364	0.4285	0.4372	0.0078
25	27.6	0.4545	0.4354	0.4436	0.0192
26	28.6	0.4727	0.4662	0.4725	0.0066
27	28.8	0.4909	0.4729	0.4788	0.0180
28	31.5	0.5091	0.5457	0.5471	0.0366
29	31.9	0.5273	0.5540	0.5549	0.0267
30	32.3	0.5455	0.5647	0.5651	0.0193
31	33.2	0.5636	0.5853	0.5845	0.0217
32	35.9	0.5818	0.6408	0.6369	0.0590
33	38.1	0.6000	0.6784	0.6727	0.0784
34	39.7	0.6182	0.7029	0.6962	0.0847
35	40.2	0.6364	0.7112	0.7041	0.0748
36	40.2	0.6545	0.7112	0.7041	0.0566
37	41.5	0.6727	0.7281	0.7204	0.0554
38	42.0	0.6909	0.7355	0.7275	0.0446
39	43.6	0.7091	0.7546	0.7459	0.0455
40	48.1	0.7273	0.8000	0.7902	0.0727
41	48.5	0.7455	0.8029	0.7931	0.0575
42	49.8	0.7636	0.8141	0.8041	0.0504
43	53.5	0.7818	0.8400	0.8298	0.0582
44	54.1	0.8000	0.8443	0.8341	0.0443
45	54.2	0.8182	0.8450	0.8348	0.0268
46	56.2	0.8364	0.8563	0.8461	0.0200
47	60.2	0.8545	0.8768	0.8667	0.0222
48	64.5	0.8727	0.8942	0.8845	0.0215
49	72.1	0.8909	0.9176	0.9085	0.0266
50	72.2	0.9091	0.9179	0.9088	0.0088
51	72.8	0.9273	0.9193	0.9103	0.0080
52	99.8	0.9455	0.9608	0.9545	0.0154
53	102.2	0.9636	0.9629	0.9568	0.0007
54	108.9	0.9818	0.9680	0.9624	0.0138
DELTA TEORICO =					0.0847

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N°48:***Distribución Gamma 2 Parámetros -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	11.19	0.0182	0.045	0.1832	0.0269
2	14.01	0.0364	0.0811	0.2374	0.0448
3	15.93	0.0545	0.1114	0.2737	0.0569
4	16.05	0.0727	0.1135	0.276	0.0407
5	16.05	0.0909	0.1135	0.276	0.0226
6	16.27	0.1091	0.1172	0.2801	0.0081
7	17.06	0.1273	0.1311	0.2948	0.0039
8	17.63	0.1455	0.1415	0.3052	0.0039
9	17.74	0.1636	0.1436	0.3073	0.02
10	18.65	0.1818	0.1609	0.3238	0.0209
11	19.1	0.2	0.1697	0.3319	0.0303
12	21.13	0.2182	0.2111	0.3677	0.0071
13	21.7	0.2364	0.2232	0.3775	0.0132
14	21.81	0.2545	0.2255	0.3794	0.029
15	22.37	0.2727	0.2375	0.389	0.0352
16	23.5	0.2909	0.2622	0.4079	0.0287
17	23.96	0.3091	0.2723	0.4155	0.0368
18	24.07	0.3273	0.2748	0.4173	0.0525
19	24.18	0.3455	0.2772	0.4191	0.0683
20	25.09	0.3636	0.2974	0.4339	0.0662
21	25.43	0.3818	0.305	0.4393	0.0768
22	25.54	0.4	0.3075	0.441	0.0925
23	27.2	0.4182	0.3455	0.4674	0.0727
24	27.4	0.4364	0.3481	0.4693	0.0882
25	27.6	0.4545	0.3531	0.4726	0.1015
26	28.6	0.4727	0.3760	0.4880	0.0968
27	28.8	0.4909	0.3811	0.4914	0.1098
28	31.5	0.5091	0.4410	0.5302	0.0681
29	31.9	0.5273	0.4484	0.5349	0.0789
30	32.3	0.5455	0.4581	0.5411	0.0874
31	33.2	0.5636	0.4773	0.5532	0.0863
32	35.9	0.5818	0.5333	0.5881	0.0485
33	38.1	0.6000	0.5754	0.6140	0.0246
34	39.7	0.6182	0.6048	0.6322	0.0134
35	40.2	0.6364	0.6151	0.6386	0.0213
36	40.2	0.6545	0.6151	0.6386	0.0395
37	41.5	0.6727	0.6369	0.6521	0.0359
38	42.0	0.6909	0.6466	0.6582	0.0443
39	43.6	0.7091	0.6726	0.6745	0.0365
40	48.1	0.7273	0.7394	0.7174	0.0121
41	48.5	0.7455	0.7439	0.7204	0.0015
42	49.8	0.7636	0.7614	0.7320	0.0022
43	53.5	0.7818	0.8037	0.7611	0.0219
44	54.1	0.8000	0.8109	0.7663	0.0109
45	54.2	0.8182	0.8120	0.7671	0.0061
46	56.2	0.8364	0.8311	0.7810	0.0052
47	60.2	0.8545	0.8662	0.8079	0.0116
48	64.5	0.8727	0.8961	0.8329	0.0233
49	72.1	0.8909	0.9346	0.8696	0.0437
50	72.2	0.9091	0.9351	0.8701	0.0260
51	72.8	0.9273	0.9373	0.8725	0.0101
52	99.8	0.9455	0.9896	0.9484	0.0441
53	102.2	0.9636	0.9912	0.9524	0.0275
54	108.9	0.9818	0.9945	0.9623	0.0127
			DELTA TEORICO =		0.1098

**Fuente:** *Autoridad propia*

**Tabla N° 49:***Distribución Log Pearson Tipo III -Momentos lineales*

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	11.19	0.0182	0.0143	0.0114	0.0039
2	14.01	0.0364	0.0485	0.0465	0.0122
3	15.93	0.0545	0.0849	0.0854	0.0304
4	16.05	0.0727	0.0875	0.0881	0.0148
5	16.05	0.0909	0.0875	0.0881	0.0034
6	16.27	0.1091	0.0923	0.0933	0.0168
7	17.06	0.1273	0.1105	0.1128	0.0168
8	17.63	0.1455	0.1243	0.1276	0.0211
9	17.74	0.1636	0.1271	0.1305	0.0366
10	18.65	0.1818	0.1504	0.1554	0.0314
11	19.1	0.2	0.1623	0.1681	0.0377
12	21.13	0.2182	0.2186	0.2273	0.0004
13	21.7	0.2364	0.2348	0.2442	0.0016
14	21.81	0.2545	0.238	0.2475	0.0166
15	22.37	0.2727	0.254	0.2642	0.0187
16	23.5	0.2909	0.2864	0.2976	0.0045
17	23.96	0.3091	0.2996	0.3111	0.0095
18	24.07	0.3273	0.3027	0.3143	0.0245
19	24.18	0.3455	0.3059	0.3175	0.0396
20	25.09	0.3636	0.3317	0.3438	0.0319
21	25.43	0.3818	0.3413	0.3535	0.0406
22	25.54	0.4	0.3443	0.3566	0.0557
23	27.2	0.4182	0.3908	0.4033	0.0274
24	27.4	0.4364	0.3940	0.4066	0.0423
25	27.6	0.4545	0.3999	0.4125	0.0546
26	28.6	0.4727	0.4268	0.4392	0.0459
27	28.8	0.4909	0.4327	0.4451	0.0582
28	31.5	0.5091	0.4995	0.5107	0.0096
29	31.9	0.5273	0.5074	0.5184	0.0199
30	32.3	0.5455	0.5177	0.5285	0.0278
31	33.2	0.5636	0.5377	0.5480	0.0259
32	35.9	0.5818	0.5937	0.6020	0.0119
33	38.1	0.6000	0.6335	0.6402	0.0335
34	39.7	0.6182	0.6603	0.6657	0.0421
35	40.2	0.6364	0.6695	0.6744	0.0331
36	40.2	0.6545	0.6695	0.6744	0.0149
37	41.5	0.6727	0.6885	0.6926	0.0158
38	42.0	0.6909	0.6969	0.7005	0.0060
39	43.6	0.7091	0.7189	0.7214	0.0098
40	48.1	0.7273	0.7730	0.7726	0.0458
41	48.5	0.7455	0.7766	0.7760	0.0312
42	49.8	0.7636	0.7903	0.7890	0.0266
43	53.5	0.7818	0.8225	0.8195	0.0407
44	54.1	0.8000	0.8280	0.8247	0.0280
45	54.2	0.8182	0.8288	0.8255	0.0106
46	56.2	0.8364	0.8431	0.8391	0.0067
47	60.2	0.8545	0.8691	0.8639	0.0145
48	64.5	0.8727	0.8914	0.8853	0.0186
49	72.1	0.8909	0.9209	0.9140	0.0300
50	72.2	0.9091	0.9213	0.9144	0.0122
51	72.8	0.9273	0.9230	0.9162	0.0042
52	99.8	0.9455	0.9721	0.9660	0.0266
53	102.2	0.9636	0.9743	0.9684	0.0106
54	108.9	0.9818	0.9795	0.9741	0.0023
DELTA TEORICO =					0.0582

**Fuente:** *Autoridad propia*

**RESUMEN**

DELTA TABULAR 0.1851

DELTA TEORICO - DELTA TABULAR:

NORMAL 0.0394

LOG NORMAL DE 2 P 0.1053

GAMMA 2 P 0.0753

GUMBEL 0.0865

LOG GUMBEL 0.1004

LOG PEARSON TIPO III 0.1269

MINIMO **0.0394**

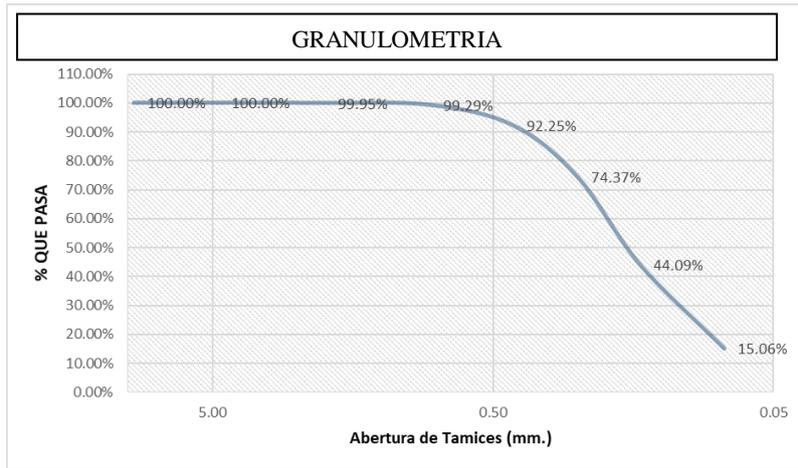
**LA DISTRIBUCION A EMPLEAR SERA NORMAL**

### ANEXO 03

#### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS:

En esta parte recalcamos que nuestro diseño jamás sería posible si no consideramos la interacción del lecho del río con la estructura a proyectar; ya que son diferentes estructuras emplazadas es importante un análisis granulométrico del suelo del lecho del río en lo que refiere a sedimentos que podrían interferir con el buen funcionamiento de las mismas.

GRANULOMETRIA							
1	<b>Area de trabajo</b>		Caracterizacion de Agregados para suelos				
2	<b>Nombre de Cantera</b>						
3	<b>Ref. Metodo de Ensayo</b>		Tamizado y Determinación de la Granulometría según NTP. 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico de agregado fino				
4	<b>Fecha de Muestreo en Campo</b>		30/03/2018				
5	<b>Fecha de Ensayo</b>		02/04/2018				
6	<b>Responsables del Ensayo</b>		Asistas: Lucerito Benites Garcia - Ana Lázaro Gutierrez				
7	<b>Lugar de Trabajo</b>		Laboratorio de Materiales de la Universidad Privada Antenor Orrego				
8	<b>Identificacion de Equipos Utilizados</b>		Juego de Tamices				
			Estufa				
			Balanza Electronica				
9	<b>ENSAYO</b>						
	Masa muestra seca inicial (g.)		500				
	Masa Retenida Total Tamizada (g.)		500.00				
	Pérdida (%)		-				
TAMICES			RETENIDO				PASA
Tamiz	Abertura (mm.)	Peso tamiz (g)	Peso Muestra + tamiz (g)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Acumulado	% Que pasa
3/8"	9.53	512.80	512.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
4	4.76	511.05	511.05	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
10	2.00	474.16	474.42	0.26	0.05%	0.05%	99.95%
20	0.84	386.22	389.52	3.30	0.66%	0.71%	99.29%
40	0.43	372.05	407.24	35.19	7.04%	7.75%	92.25%
60	0.25	327.14	416.56	89.42	17.88%	25.63%	74.37%
100	0.15	328.56	479.95	151.39	30.28%	55.91%	44.09%
200	0.075	318.45	463.60	145.15	29.03%	84.94%	15.06%
Bandeja	-	446.41	521.70	75.29	15.06%	100.00%	0.00%
			<b>Total Peso Retenido</b>	<b>500.00</b>			



**Imagen N°01:** *Granulometría*

**Fuente:** *Autoridad propia*

### **ESTUDIO DE CONCENTRACIÓN DE SEDIMENTOS:**

En esta etapa de la investigación se realizó el estudio de la concentración de sedimentos en el agua del río en cuestión, con la finalidad de determinar la cantidad en (Kg) de material sólido que acarrea por cada m<sup>3</sup> de agua derivada.

Se procede a la toma de 4 muestras en 4 días diferentes de la semana, es decir, una muestra al día al azar, las cuales se llevarán a laboratorio para su respectivo análisis.



**Imagen N°02:** *Muestras del suelo del área de estudio*

**Fuente:** *Autoridad propia*

Como se puede apreciar, las muestras se han dejado reposar y se aprecia el sedimento que está en el fondo.

Nuestro objetivo en esta parte es encontrar la cantidad de sedimento que contiene cada muestra y cuantificarla.



**Imagen N°03:** Procedemos a envasar en una probeta de 500ml el contenido de la botella de toma de muestras, repetimos el paso con las muestras anteriores.

**Fuente:** *Autoridad propia*

Una vez llenado por completo se procede a dejar reposar el fluido, con la intención de que por gravedad el sedimento caiga hasta el fondo de la probeta.



**Imagen N°04:** Una vez el sedimento en el fondo de la probeta se procede a extraer el exceso de líquido mediante una bureta.

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Imagen N°05:** Con la finalidad de disminuir la cantidad de agua y que permita secar la muestra sin hacer hervir todo el contenido.

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Imagen N°06:** Se tiene que hacer lo mismo exactamente con todas las muestras, para obtener mejores resultados, se recomienda ser muy cuidadosos al extraer el agua de la probeta.

**Fuente:** *Autoridad propia*

A continuación, se vierte el contenido en un depósito el cual etiquetamos para posteriormente trasladarlo al horno donde se secará la muestra por alrededor de 24 a 36 horas, a 110 C



**Ilustración N°07:** Cada muestra es ingresada al horno, y colocada cuidadosamente en su interior.

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Ilustración N°08:** Finalmente, pasadas las 36 horas, se extraen las muestras del horno y se procede a pesarlas, teniendo en cuenta que se está considerando también el peso del recipiente, el cual se ha restado en la programación de la balanza.

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Imagen N°09:** A continuación, se pesa la muestra 4, de la cual se obtienen 57.0  
gramos de sedimento

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Ilustración N°10:** Sigue la muestra Numero 3, que contiene 59.7 gramos de  
sedimento.

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Imagen N°11:** Le sigue la muestra Numero 2 con 54.8 gramos de sedimento

**Fuente:** *Autoridad propia*



**Imagen N°12:** Finalmente pesamos la muestra Numero 1, que contiene 57.9 gramos de sedimento.

**Fuente:** *Autoridad propia*

### Análisis de datos Obtenidos

Tipo	Peso(g)
Muestra 4	57.0
Muestra 3	59.7
Muestra 2	54.8
Muestra 1	57.9
$\Sigma$	229.4
Promedio	57.35

$$\text{Cantidad de sedimento} = \frac{\frac{57.35g}{1000g}}{\frac{500ml}{1000\ 000L}} = \frac{0.05735}{0.0005} = 114.7 \text{ kg/m}^3$$

En esta parte del procedimiento se procede a introducir la información que ha sido dimensionada anteriormente; junto con las estructuras hidráulicas preparando un modelo que represente la realidad a la cual nos estamos proyectando.

## ANEXO 04

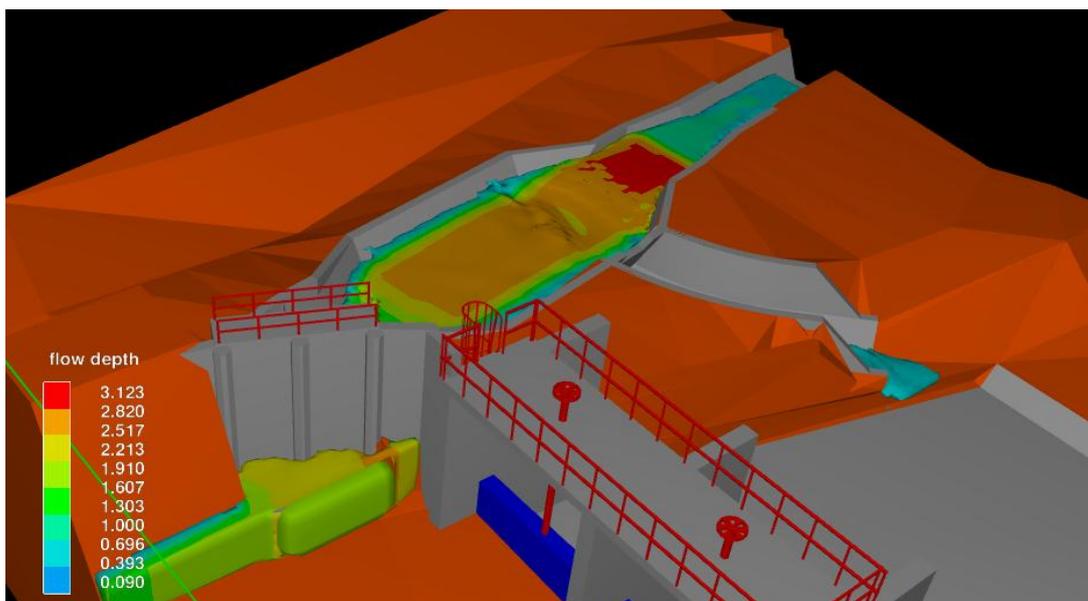
### MANUAL DEL USUARIO FLOW 3D

FLOW-3D permite abordar un completo espectro de problemas en Ingeniería Hidráulica. Los usuarios pueden incrementar la capacidad de las infraestructuras existentes en plantas de generación hidroeléctrica, desarrollar novedosos sistemas que minimicen las pérdidas de carga, desarrollar cámaras de presión y flujos en los canales de descarga, así como analizar la erosión, sedimentación y evaluar la aireación del flujo.

FLOW-3D aplica principios únicos de modelado que lo diferencian de otros programas y mejora la precisión en los resultados. Los códigos 1D y 2D simplifican en exceso la física del fluido y no aportan un análisis completo de las corrientes ni de la superficie del mismo. FLOW-3D simula el proceso completo del fluido de forma que se tienen en cuenta estas importantes variables.

### INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

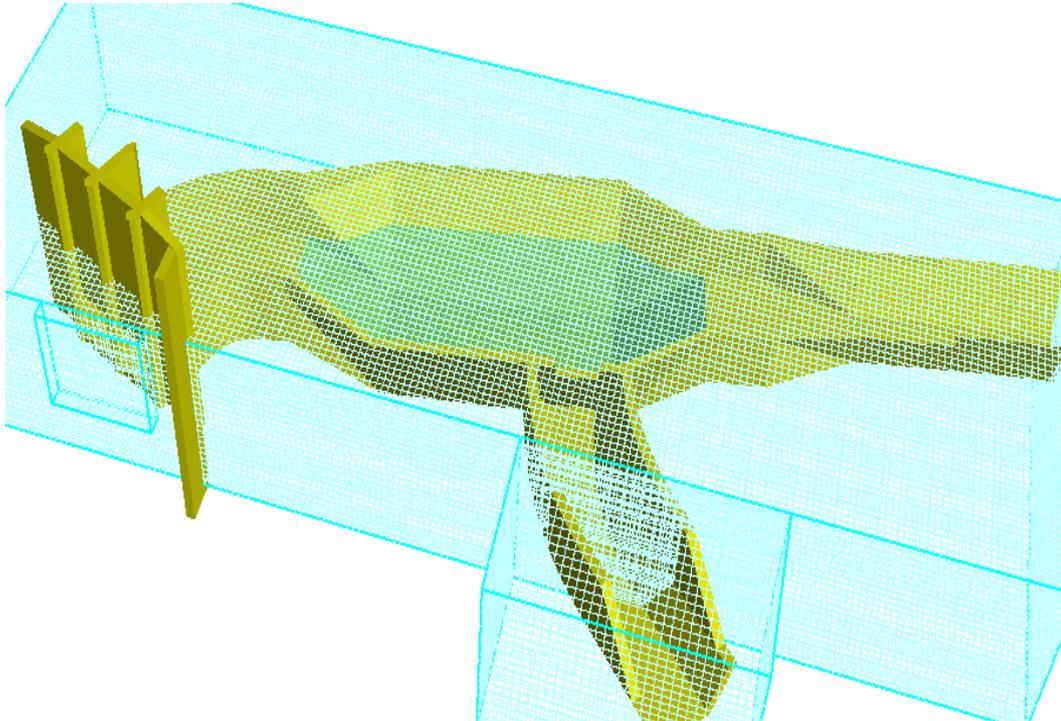
Desde la configuración de la simulación hasta el análisis detallado de resultados, FLOW-3D incluye toda la funcionalidad que se necesita en una aplicación de fácil manejo, gracias a su intuitiva interfaz gráfica de usuario. Los usuarios pueden realizar fácilmente la configuración del modelo y crear rápidamente la malla por medio del generador gráfico, visualizar incompatibilidades y errores de configuración, y llevar a cabo un detallado análisis a través de completas capacidades de post-procesamiento



## **MALLADO**

FLOW-3D usa un sistema de mallado que combina las ventajas de celdas rectangulares simples con la flexibilidad de celdas irregulares adaptadas a la geometría (body fitted). Las celdas fijas de los elementos de control rectangulares son sencillas de generar y poseen muchas ventajas (por ejemplo, mejor precisión, menor demanda de memoria, aproximaciones numéricas más simples). El método es conocido como “mallado-libre” porque las mallas o la geometría puede ser cambiada libremente, una independientemente de la otra. Esta capacidad elimina la tediosa tarea de generar mallas adaptadas al sólido o mallas de elementos finitos.

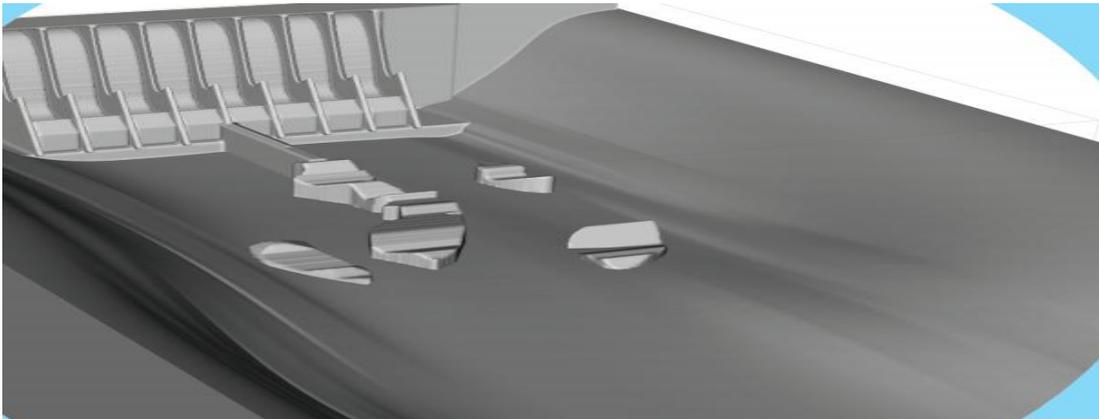
Las avanzadas características incluidas, como las mallas ajustables, hacen posible tener mallas de alto grado de refinamiento únicamente alrededor de componentes relevantes del dominio computacional. Usando ésta herramienta es posible generar mallas alrededor de elementos delgados resolviendo las propiedades del flujo con un alto grado de precisión para optimizar la velocidad de cálculo y uso de memoria al disponer de celdas de mayor tamaño en regiones con menor importancia.



## **FAVOR**

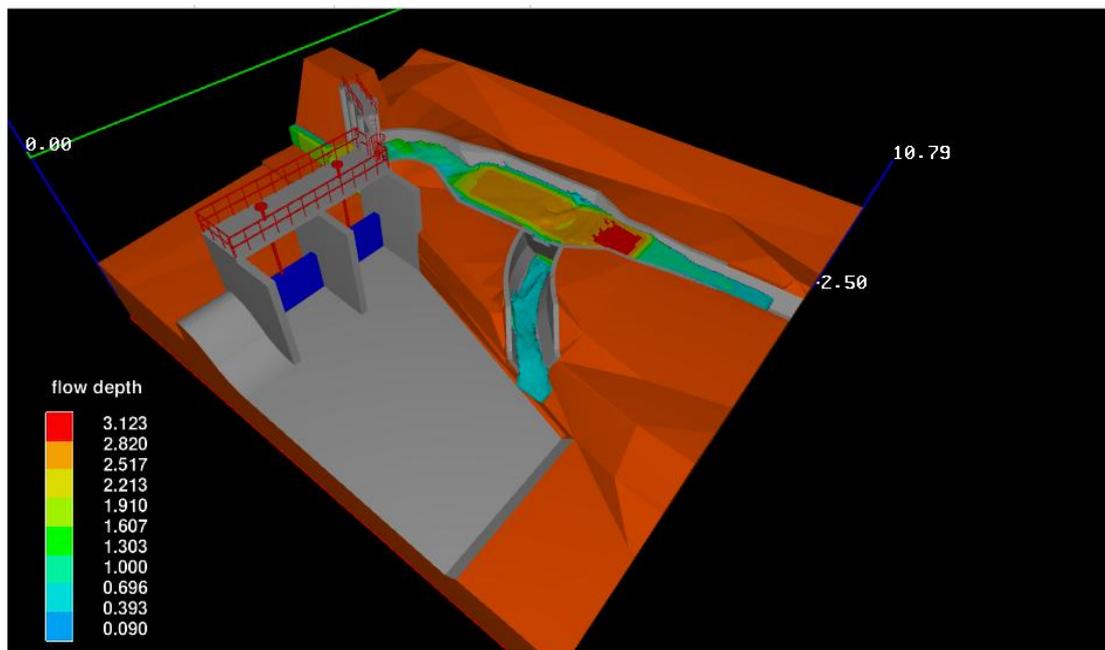
Una capacidad exclusiva de FLOW-3D es el método FAVOR™ (Fractional Area / Volume Representation), el cual permite una representación precisa de geometrías complejas en una simple malla Cartesiana. Como resultado, FLOW-3D puede ser

usado para simular fluidos en estructuras hidráulicas complejas de forma precisa y eficiente



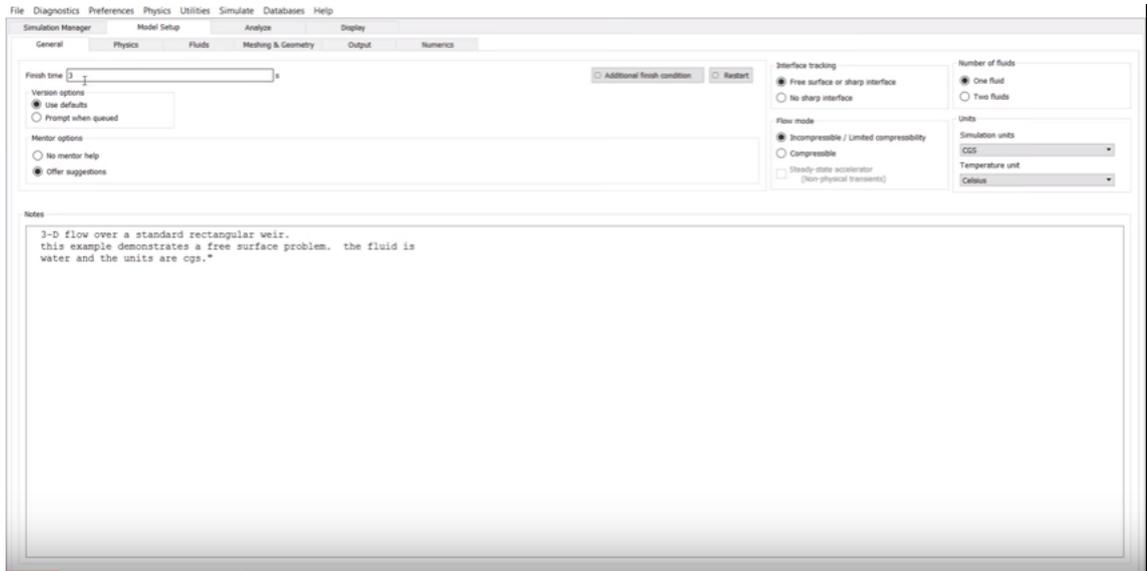
### **TRUVOF**

TruVOF es el método de FLOW-3D para modelar fluidos que van más allá de las técnicas tradicionales de VOF (Volume of Fluid) logrando así mayor precisión en la superficie libre del fluido para capturar olas y saltos hidráulicos.

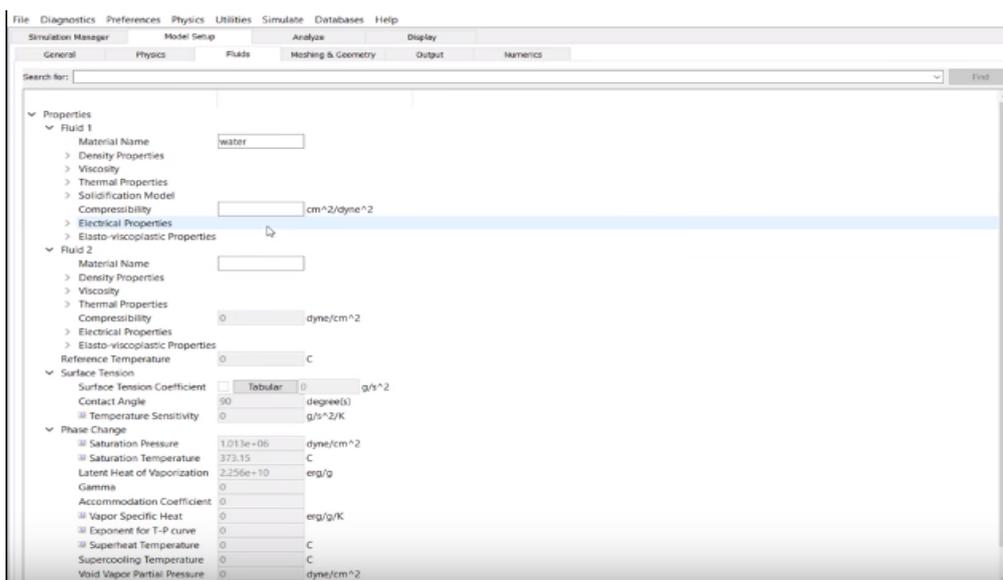


# MANUAL PARA MODELAMIENTO

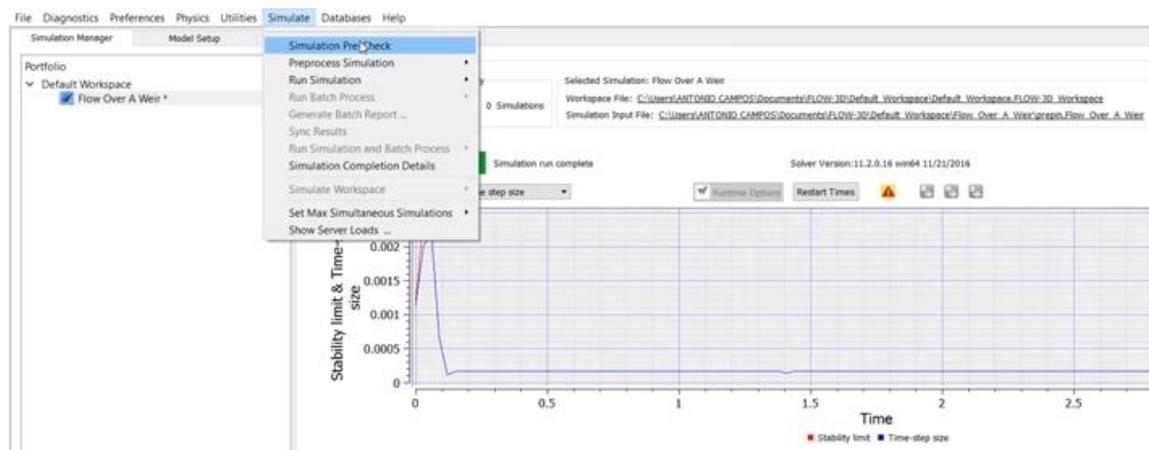
## Entorno principal de trabajo de FLOW 3D



1. Importar el modelo de la estructura a FLOW 3D que previamente se obtuvo mediante el dibujo en CIVIL 3D e ingresar tiempo de simulación que se obtiene en la barra de herramientas MODEL SETUP- General
2. Elegir las magnitudes físicas a trabajar, ingresando en la barra de herramientas MODEL SETUP – PHYSICS para configurar las magnitudes
3. Siguiendo en la barra de herramientas MODEL SETUP -FLUIDS se ingresan las características del fluido con el que se desea modelar



4. En la misma barra de herramientas MODEL SETUP –en el menú MESHING & GEOMETRY, en esta parte se pueden hacer modificaciones a la estructura en cuanto a su geometría y dimensiones.
5. Siguiendo en la barra de herramientas MODEL SETUP- OUPUT, se ingresan los datos de salida de la simulación y los parámetros que van a ser evaluados como la velocidad del fluido, presiones entre otros
6. Realizar un pre chequeo de la simulación, ingresando a la barra de herramientas simulate y luego en el menú desplegable Simulation Pre Check



7. Realizar un pre proceso local- Preprocess Simulation –Local, este proceso funciona con el método de los elementos finitos, donde se hace un análisis global de la geometría.
8. 32
9. 3222
- .
10. Luego se corre la simulación que fue establecida anteriormente con la simulación local, ingresando a la barra de herramientas Simulation y al menu Run Simulation- Local, el tiempo que demora en calcular va de acuerdo al tiempo de simulación elegida al inicio.
11. Cuando el proceso de simulación este completo “Simulation Run Complete” se procede a realizar el análisis; ingresando a la opción Analyze, en este menú se

selecciona la fracción de fluido. En esta parte se selecciona la opción Solid Volume que permite que se salgan las paredes del modelo y luego Render.000

12. En barra de herramientas DISPLAY se visualiza como el fluido pasa por la estructura y se observa el proceso paso a paso a través de los fotogramas generados por el programa., al finalizar los fotogramas; en la parte inferior se encuentra una leyenda con valores y de acuerdo a lo que se analizò por ejemplo sedimentos, estos valores varían de acuerdo a los colores, se crea una película para visualizar mejor el modelamiento.