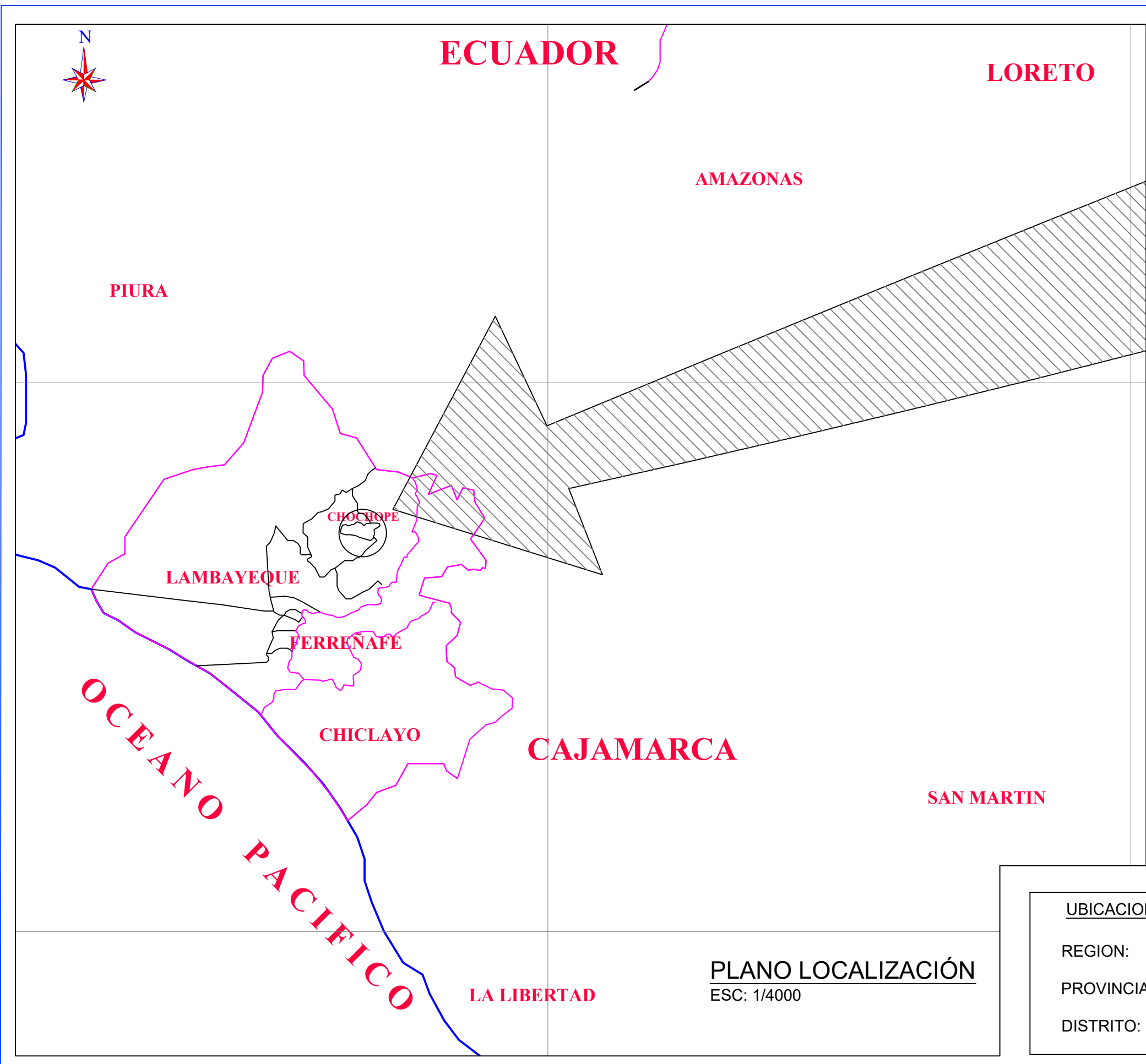
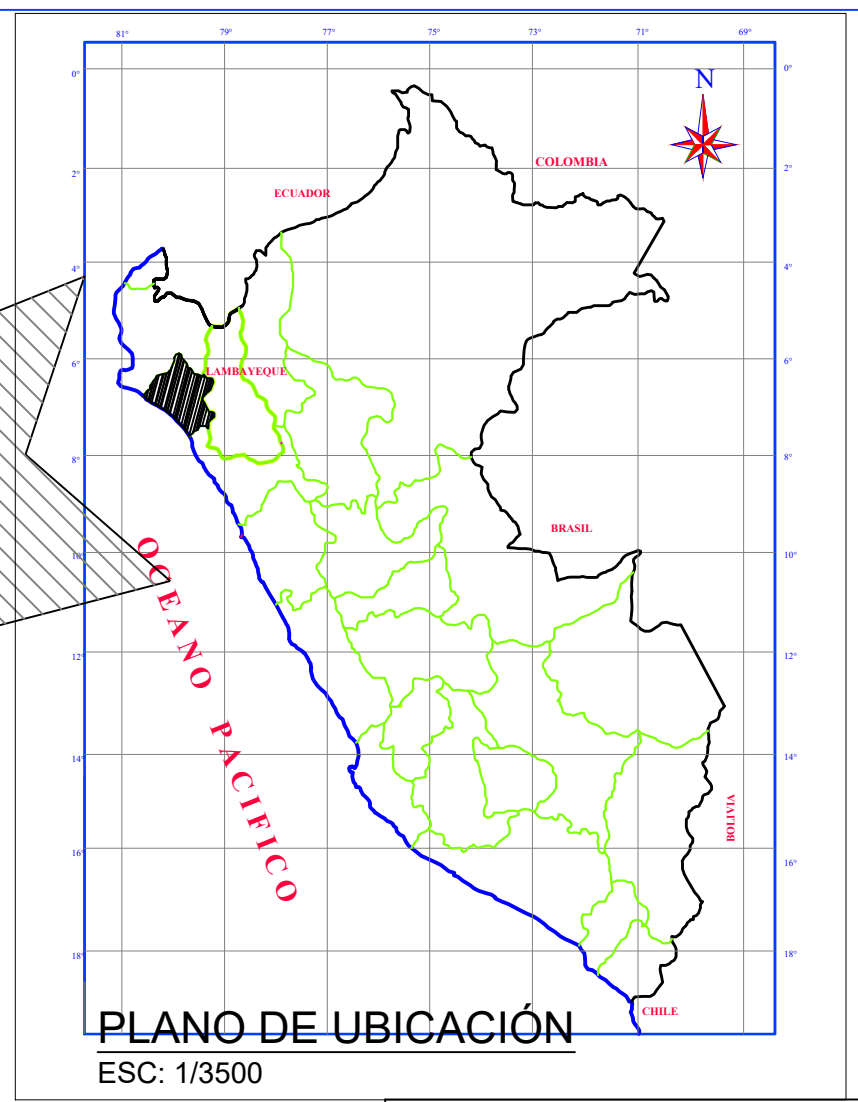


ANEXO 01:
PLANOS



PLANO LOCALIZACIÓN
ESC: 1/4000



UBICACION DEL PROYECTO	
REGION:	LAMBAYEQUE
PROVINCIA:	LAMBAYEQUE
DISTRITO:	CHOCHOPE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

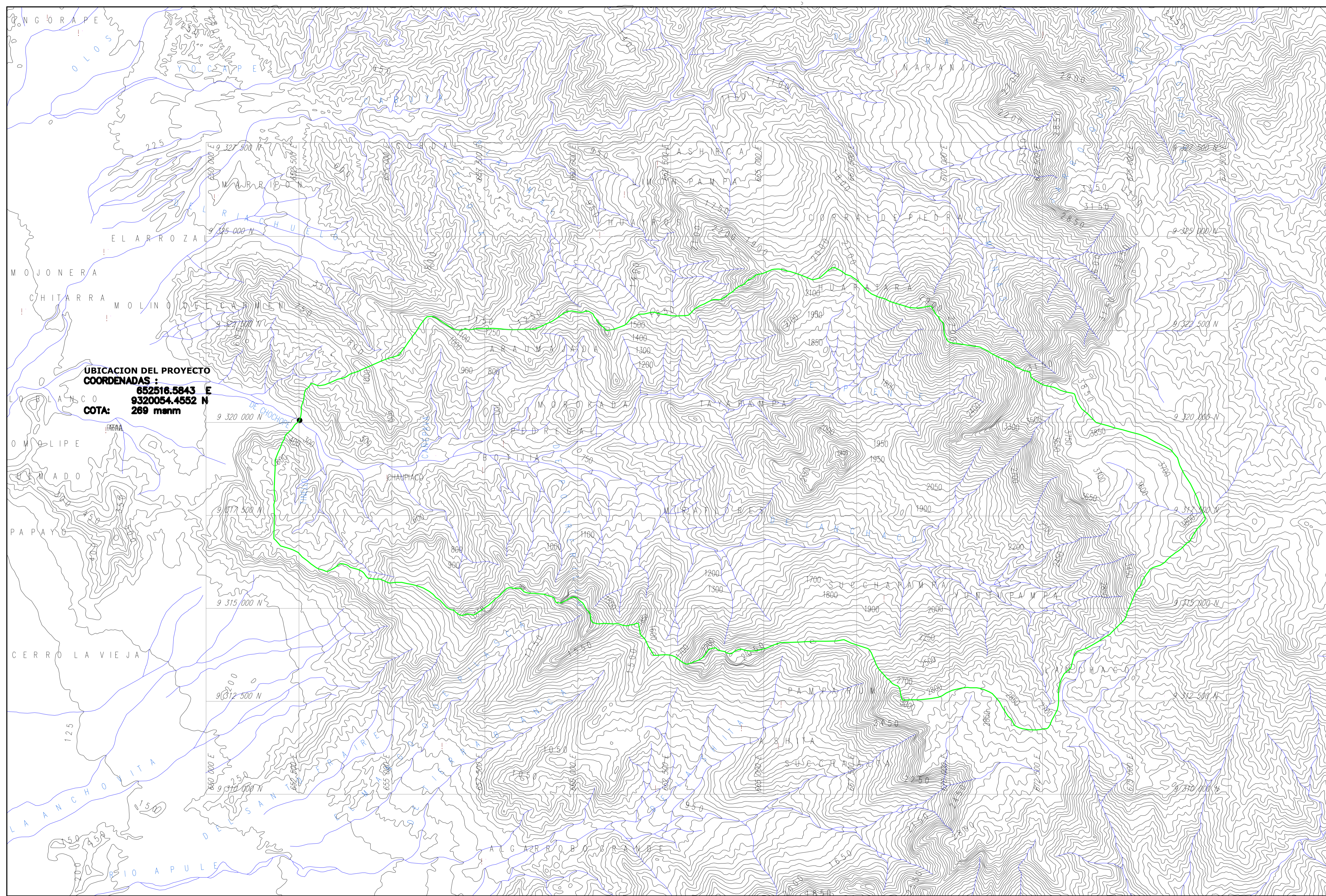
PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAT - 2D "

PLANO DE UBICACIÓN

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO


ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
Escala: INDICADA		Plano: U-01
Fecha: JUN. 2018		



UBICACION DEL PROYECTO
COORDENADAS :
652516.5843 E
9320054.4552 N
COTA: 269 msnm

CUENCA
Area = 191'035,973.2923 m2. (191.036 Km2)
Perimetro = 65,713.8237 ml.
Longitud de Cauce = 27,464.9098 ml.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
 SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
 HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
 DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
 LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
 LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
 NUMÉRICO TELEMAC - 2D "

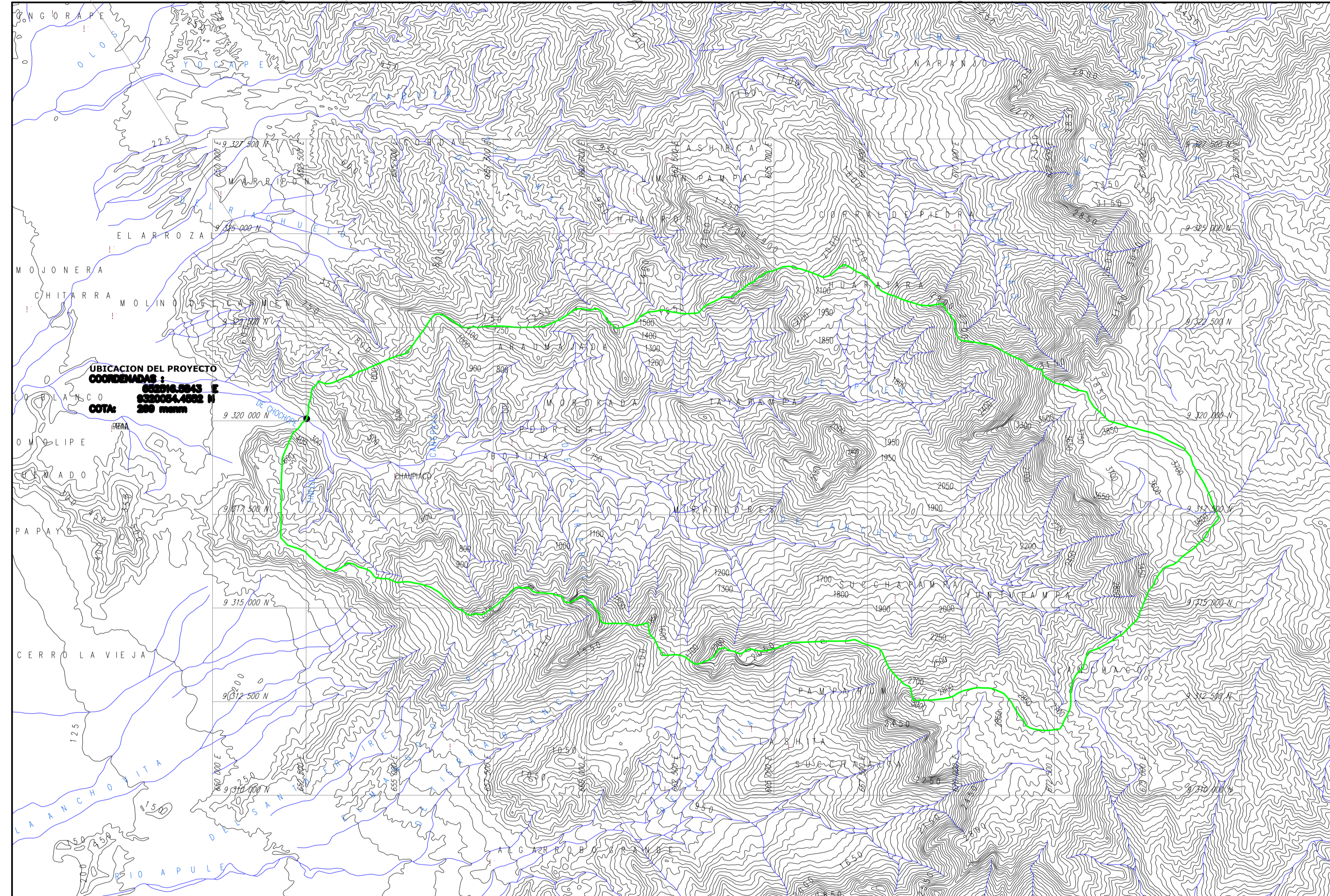
**PLANO DELIMITACIÓN
 DE CUENTA**

TESISISTA:
 NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
 ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
Escala: 1:50000	Plano: C-01	
Fecha: JUN. 2018		

UBICACION DE LA ESTACIÓN
 "OLMOS" COORDENADAS :
 842041.7783 E
 932647.896 N
 COTA: 162 mm




UBICACION DEL PROYECTO
 COORDENADAS :
 852916.8643 E
 932304.4022 N
 COTA: 289 mm

UBICACION DE LA ESTACIÓN
 "INCAHUASI" COORDENADAS :
 862538.1412 E
 931776.007 N
 COTA: 3100 mm

CUENCA
 Area = 191'035,973.2923 m2. (191.036 Km2)
 Perimetro = 65,713.8237 ml.
 Longitud de Cauce = 27,464.9098 ml.

UBICACION DE LA ESTACIÓN
 "PUCHACA" COORDENADAS :
 862028.1784 E
 932011.326 N
 COTA: 800 mm



UNIVERSIDAD CATÓLICA
 SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

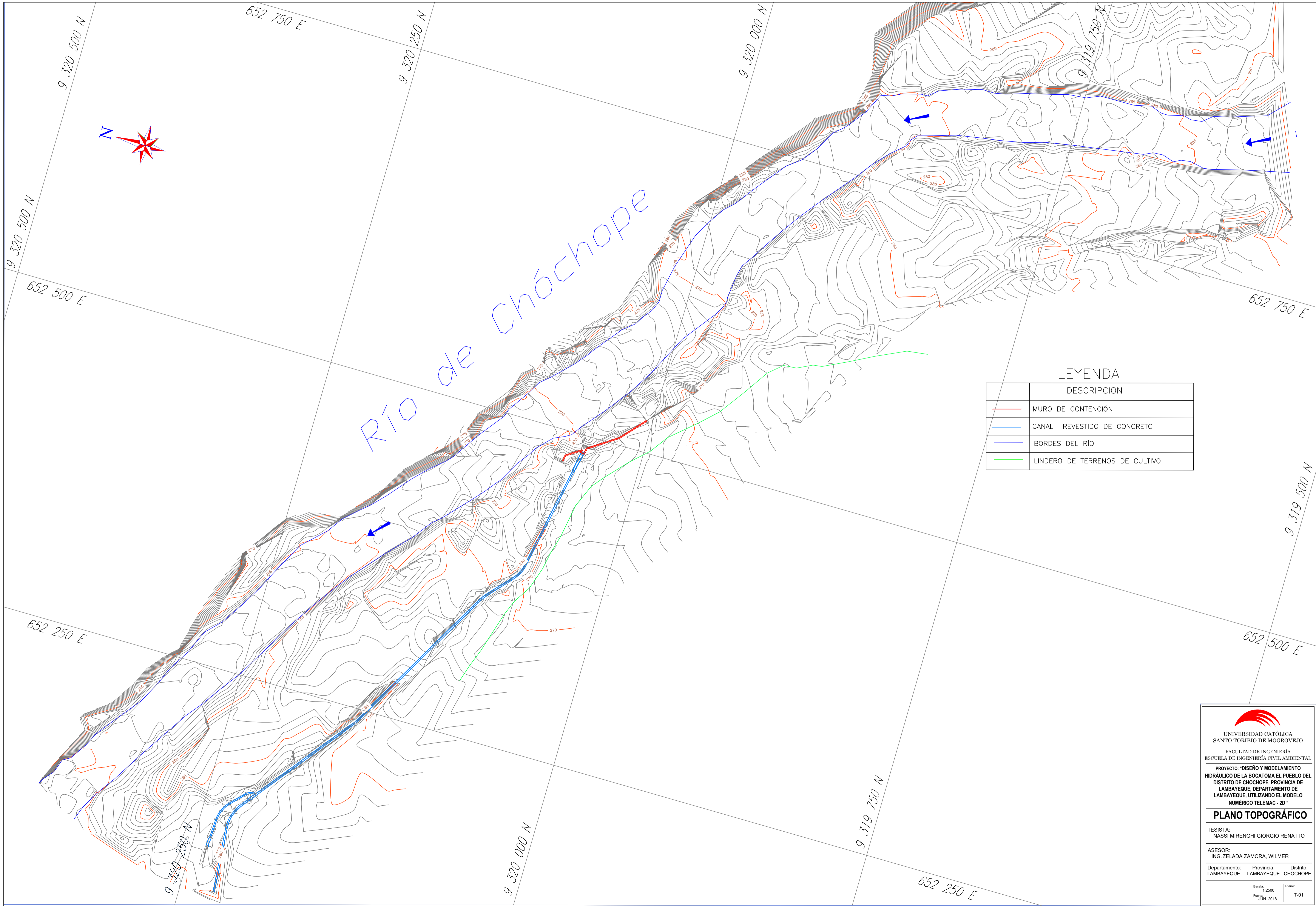
PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
 HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
 DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
 LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
 LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
 NUMÉRICO TELEMAC - 2D"

**PLANO DE UBICACIÓN
 DE ESTACIONES**

TESISTA:
 NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
 ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
Escala: 1:30000		Plano: C-02
Fecha: JUN. 2018		



Río de Chóchope

LEYENDA

	DESCRIPCION
	MURO DE CONTENCIÓN
	CANAL REVESTIDO DE CONCRETO
	BORDES DEL RÍO
	LINDERO DE TERRENOS DE CULTIVO


UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
 HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
 DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
 LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
 LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
 NUMÉRICO TELEMAC - 2D "

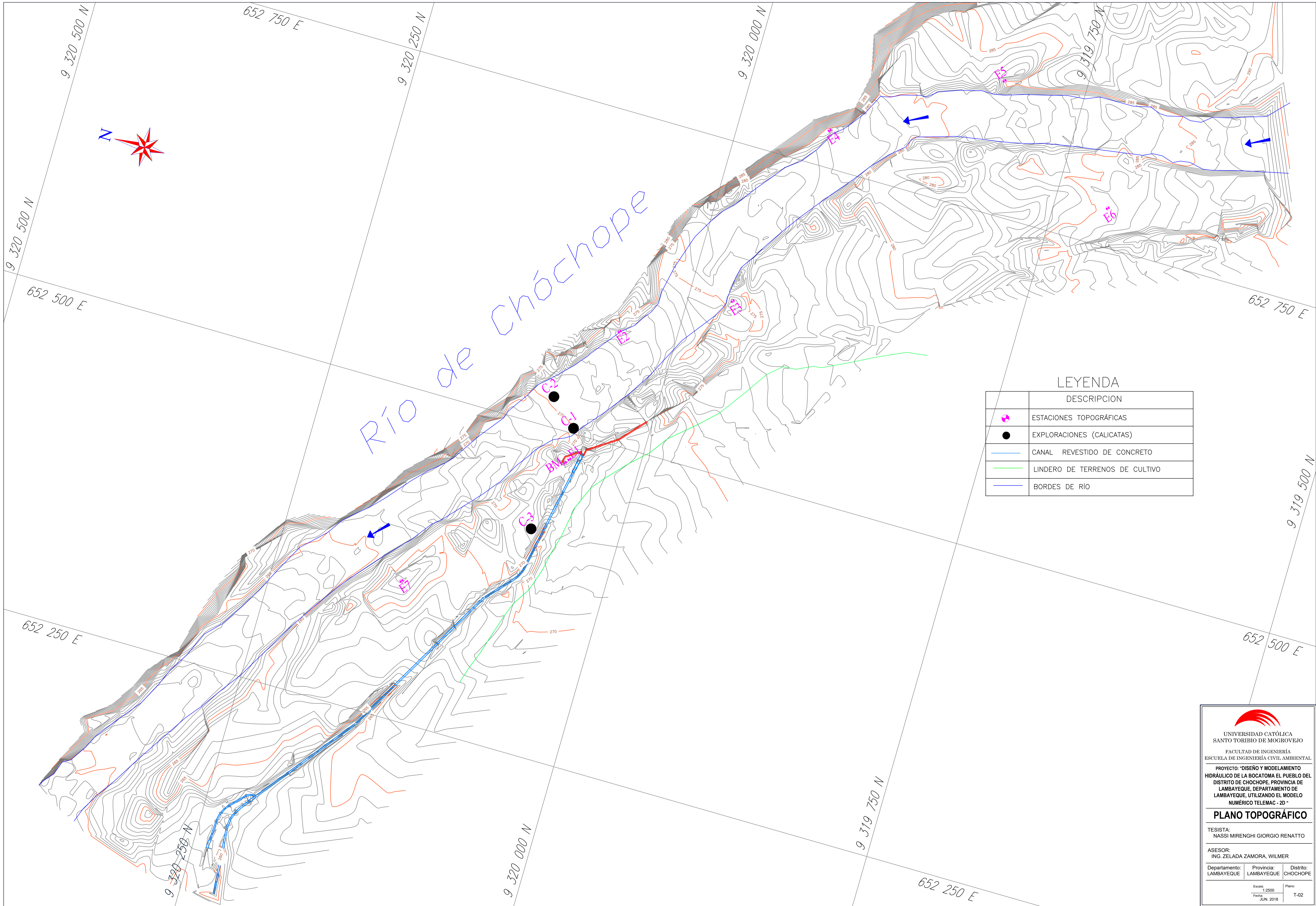
PLANO TOPOGRÁFICO

TESISISTA:
 NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
 ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala: 1:2500 Plano: T-01
 Fecha: JUN. 2018



Río de Chóchope

LEYENDA

DESCRIPCION	
	ESTACIONES TOPOGRÁFICAS
	EXPLORACIONES (CALICATAS)
	CANAL REVESTIDO DE CONCRETO
	LINDERO DE TERRENOS DE CULTIVO
	BORDES DE RIO


UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
 HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
 DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
 LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
 LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
 NUMÉRICO TELEMAC - 2D"

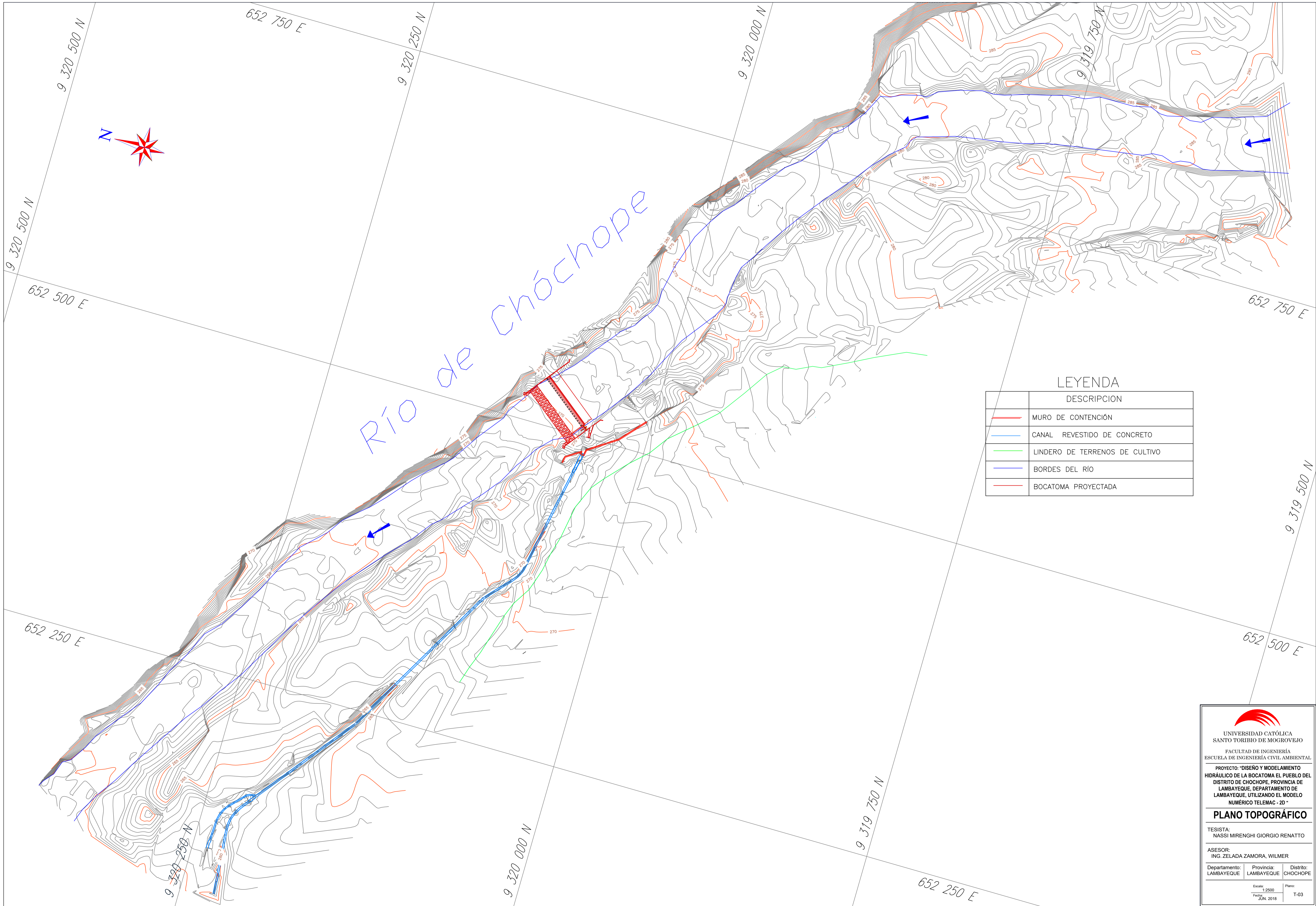
PLANO TOPOGRÁFICO

TESISISTA:
 NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
 ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala: 1:2500 Plano: T-02
 Fecha: JUN. 2018



LEYENDA

	DESCRIPCION
	MURO DE CONTENCIÓN
	CANAL REVESTIDO DE CONCRETO
	LINDERO DE TERRENOS DE CULTIVO
	BORDES DEL RÍO
	BOCATOMA PROYECTADA


UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
 HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
 DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
 LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
 LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
 NUMÉRICO TELEMAC - 2D"

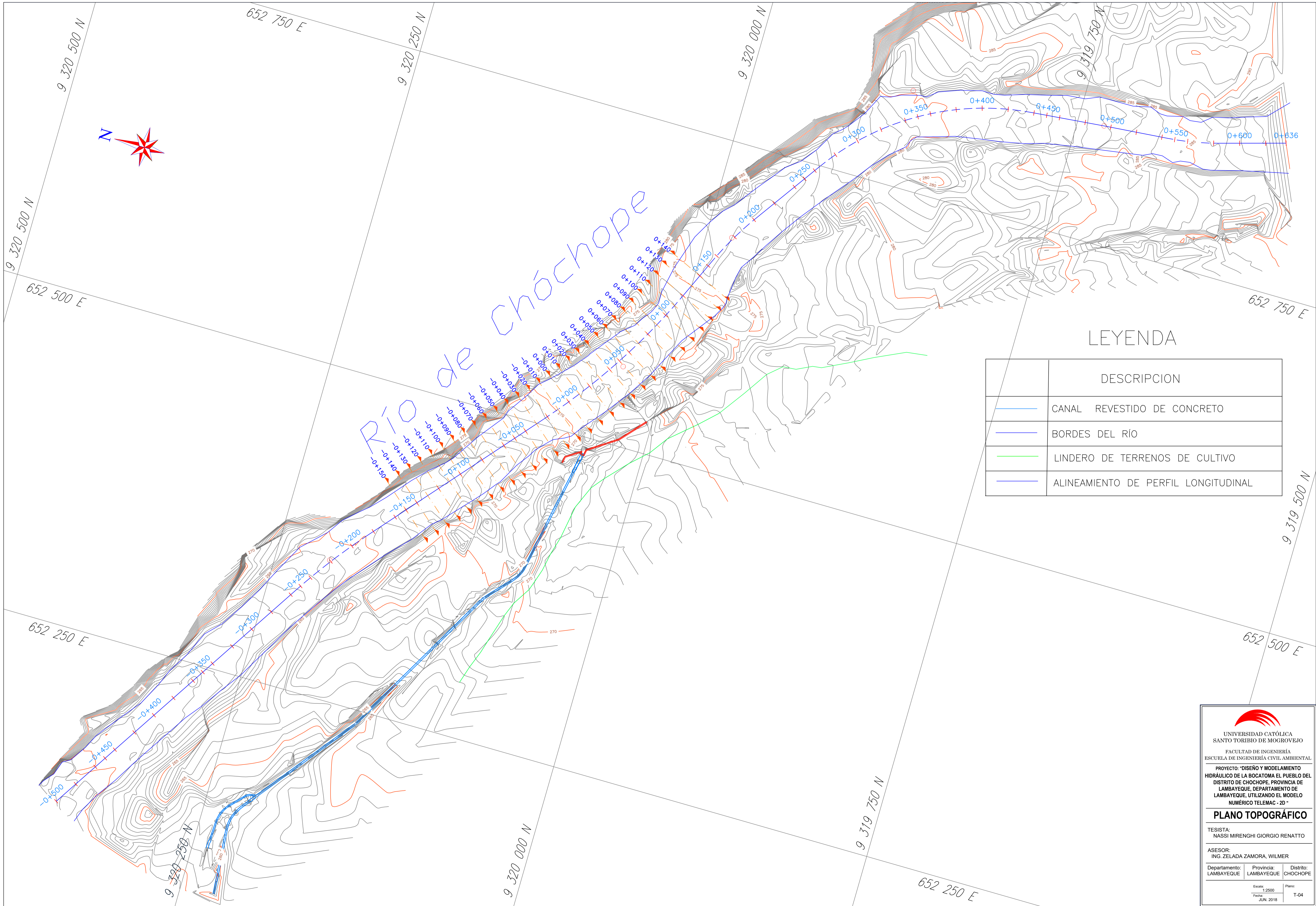
PLANO TOPOGRÁFICO

TESISISTA:
 NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
 ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala: 1:2500 Plano: T-03
 Fecha: JUN. 2018

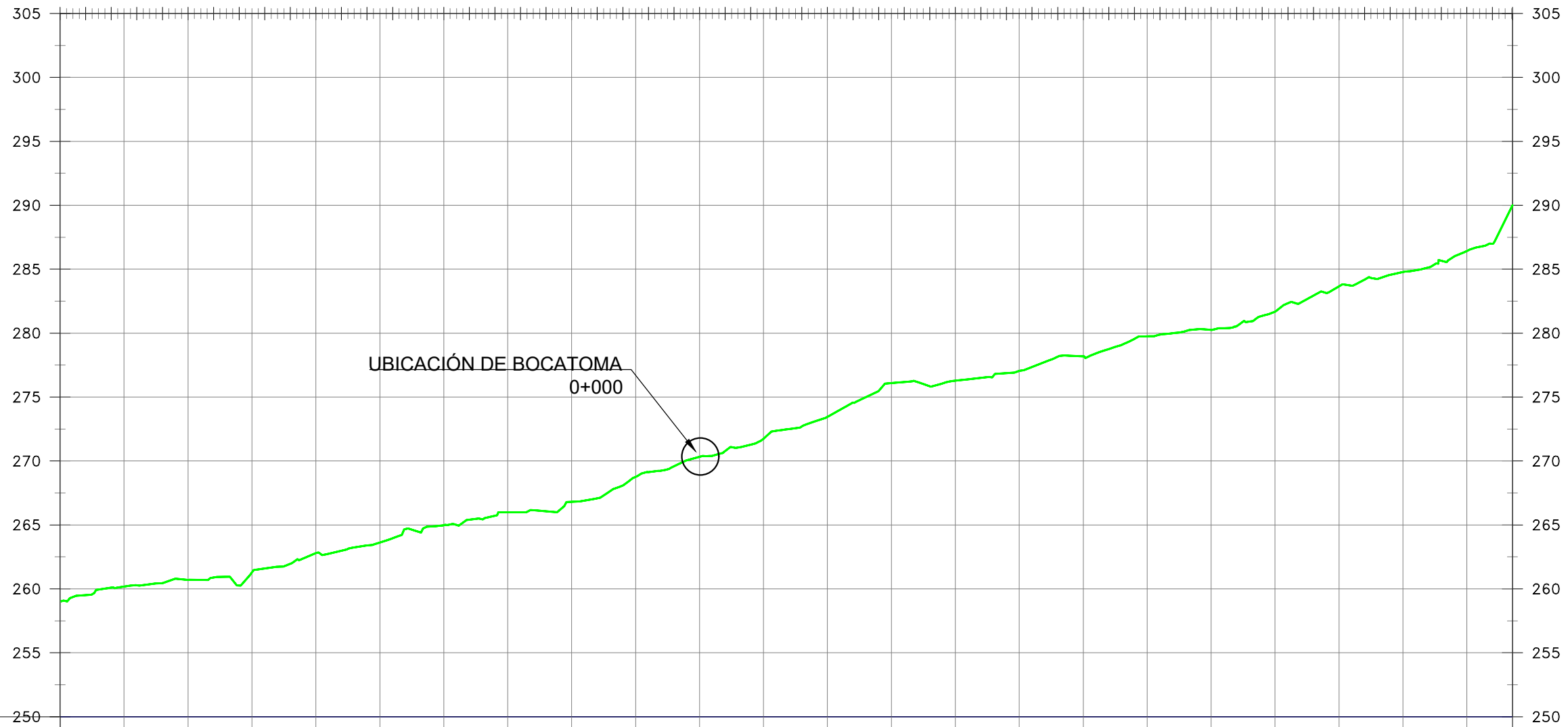


Quebrada de Chochope

LEYENDA

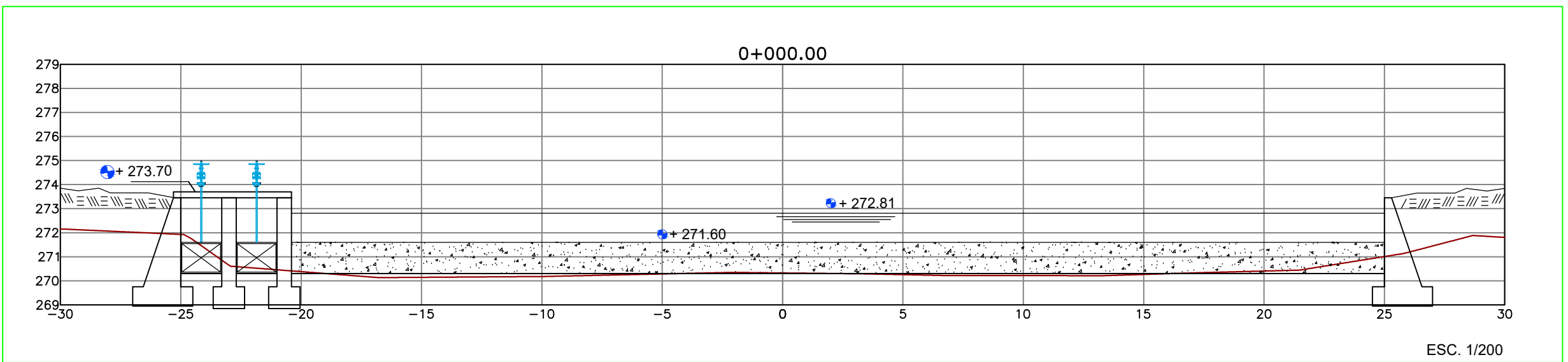
	DESCRIPCION
	CANAL REVESTIDO DE CONCRETO
	BORDES DEL RIO
	LINDERO DE TERRENOS DE CULTIVO
	ALINEAMIENTO DE PERFIL LONGITUDINAL


UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
 HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
 DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
 LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
 LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
 NUMÉRICO TELEMAC - 2D -"
PLANO TOPOGRÁFICO
 TESISISTA:
 NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO
 ASESOR:
 ING. ZELADA ZAMORA, WILMER
 Departamento: Lambayeque Provincia: Lambayeque Distrito: Chochope
 Escala: 1:2500 Plano: T-04
 Fecha: JUN. 2018



Cota Terreno Natural	258.995	260.174	260.703	261.294	262.794	263.618	264.980	265.989	266.811	268.758	270.326	271.733	273.456	276.089	276.276	277.037	278.179	279.753	280.256	281.669	283.660	284.773	286.421	290.004
Progresivas	-0+500	-0+450	-0+400	-0+350	-0+300	-0+250	-0+200	-0+150	-0+100	-0+050	-0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	0+550	0+600	

ESC. 1/4000



ESC. 1/200



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAT - 2D "

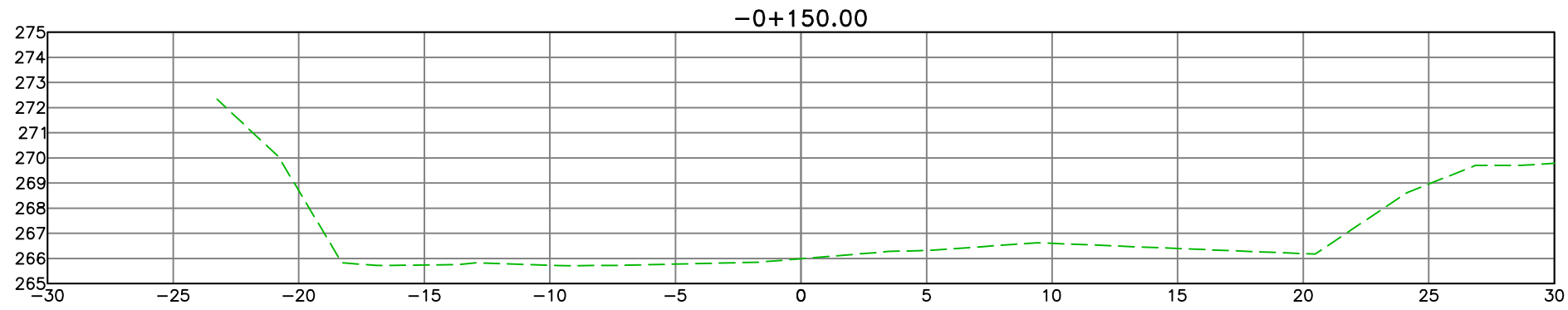
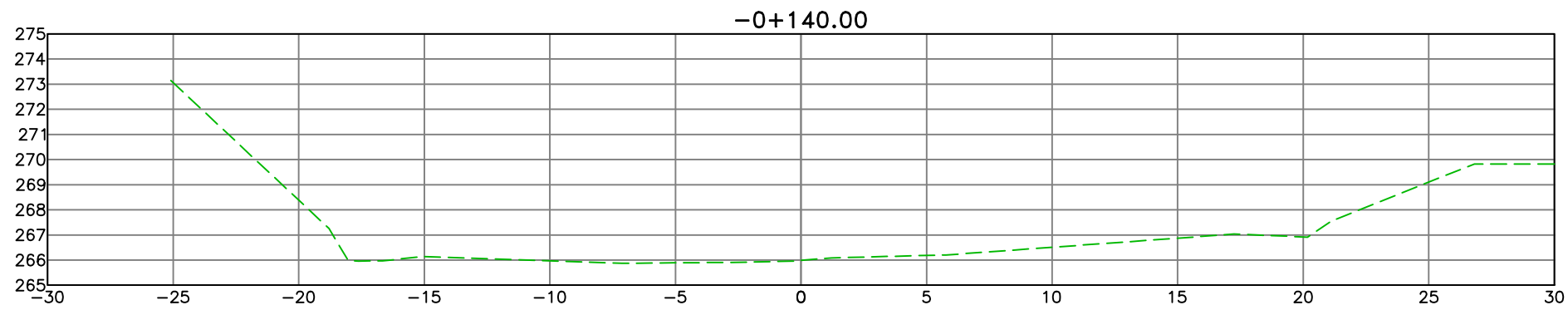
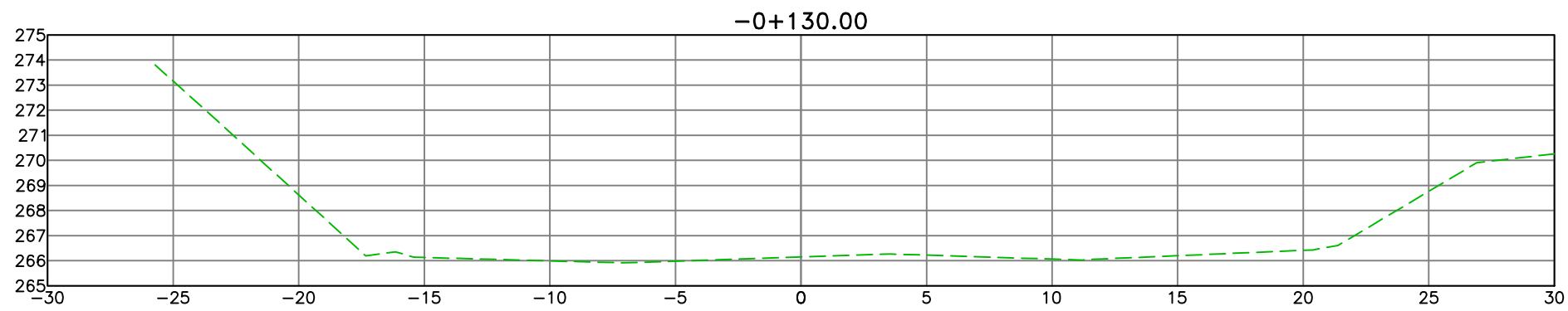
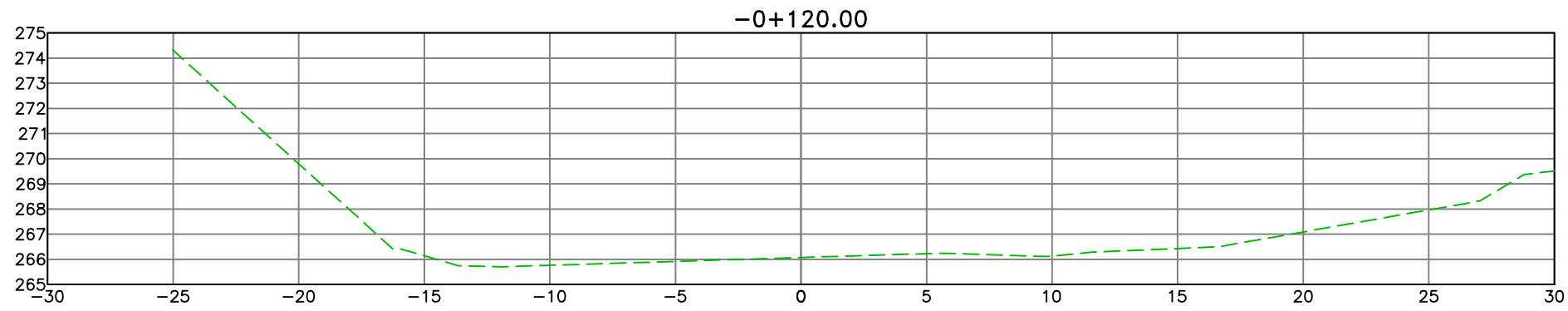
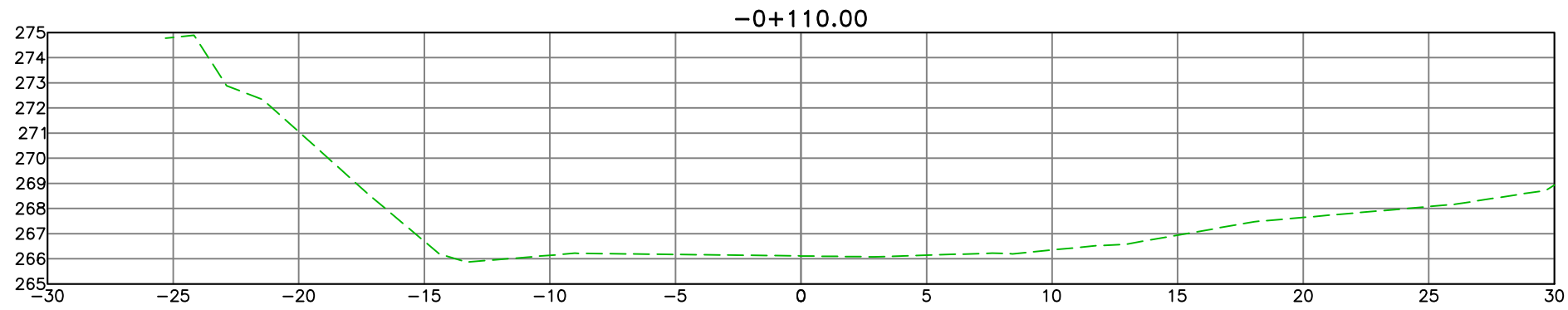
PLANO PERFIL LONGITUDINAL

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala: INDICADA	Plano: T-05
Fecha: JUN. 2018	



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAT - 2D "

PLANO SECCIONES TRANSVERSALES

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

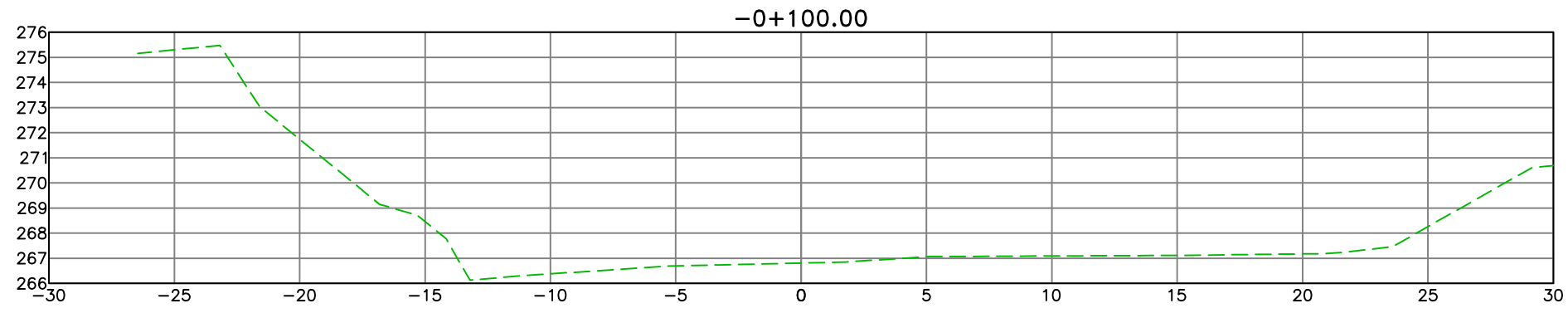
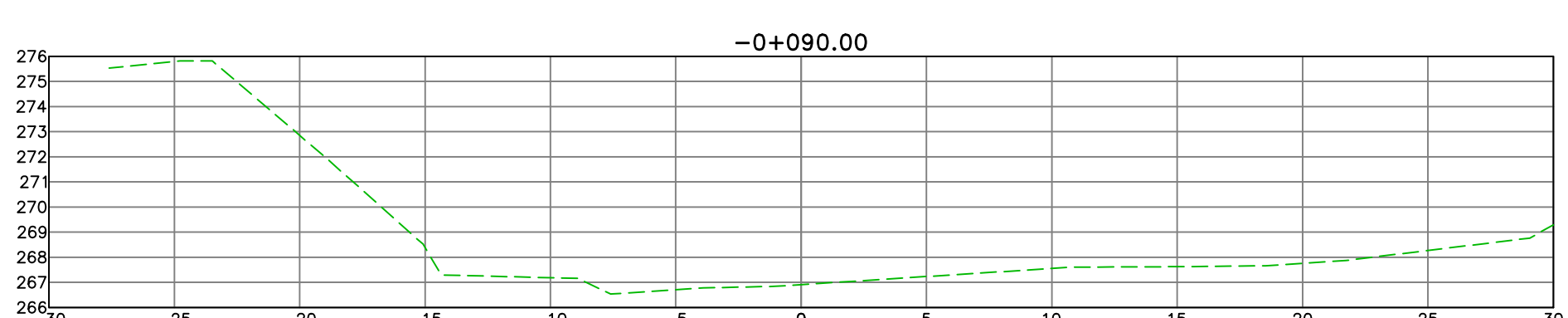
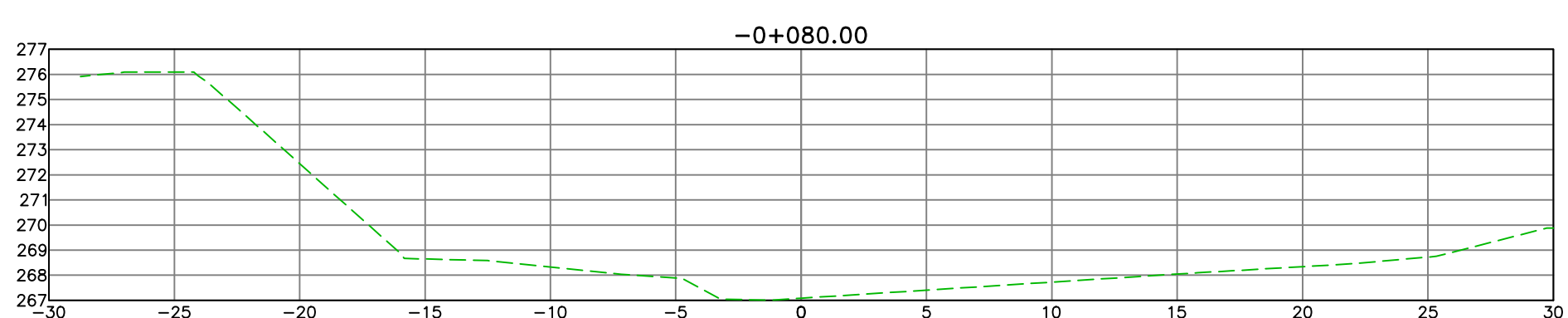
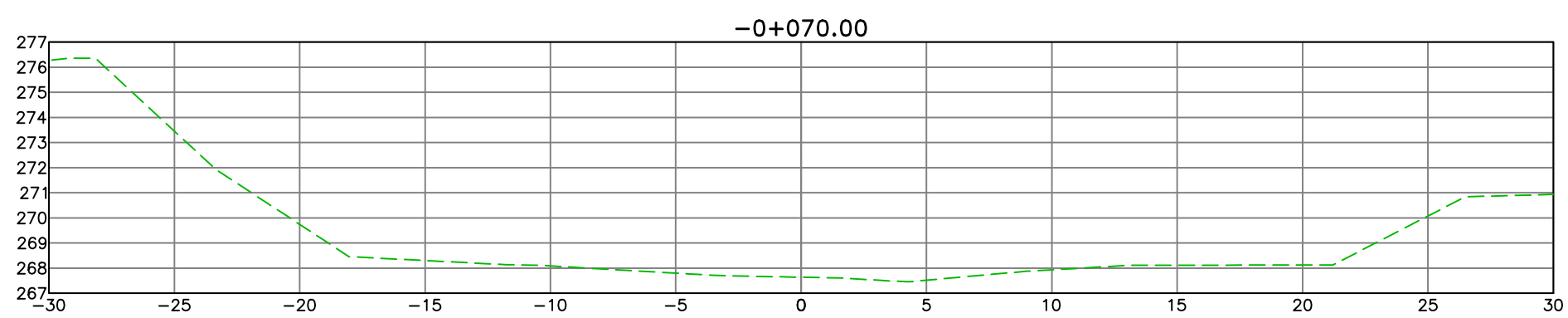
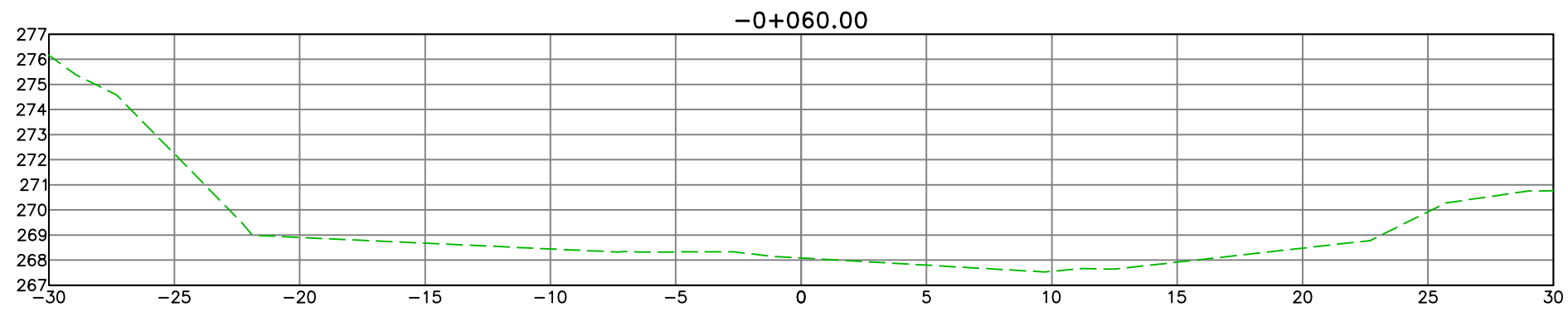
Escala:

1:250

Plano:

T-06

Fecha:
JUN. 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAT - 2D "

PLANO SECCIONES TRANSVERSALES

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

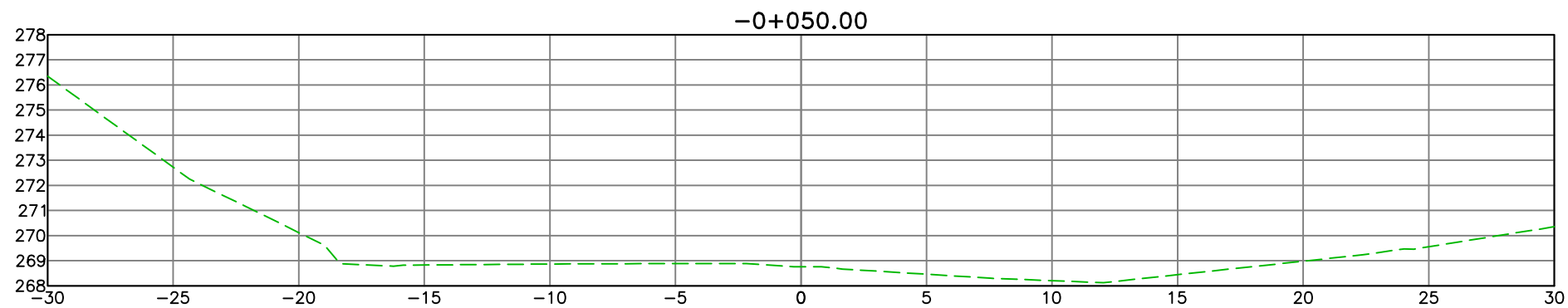
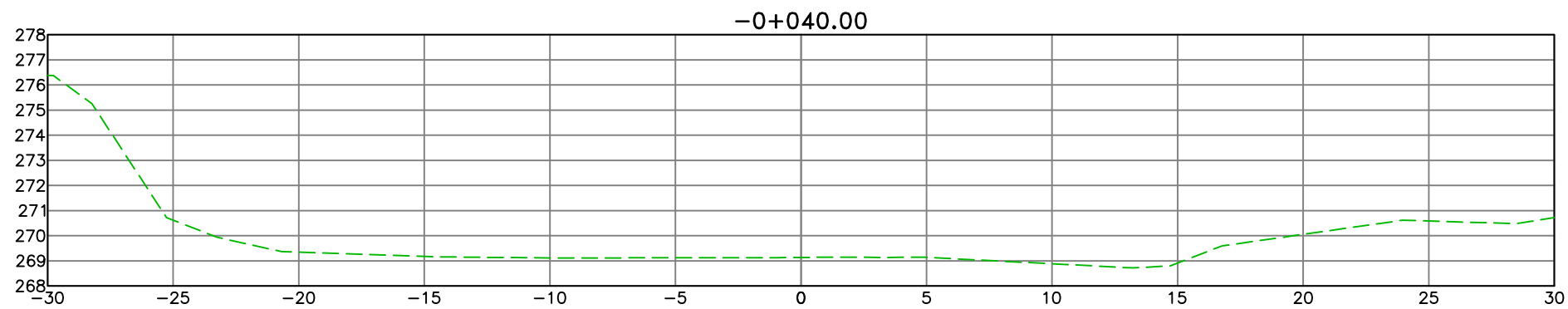
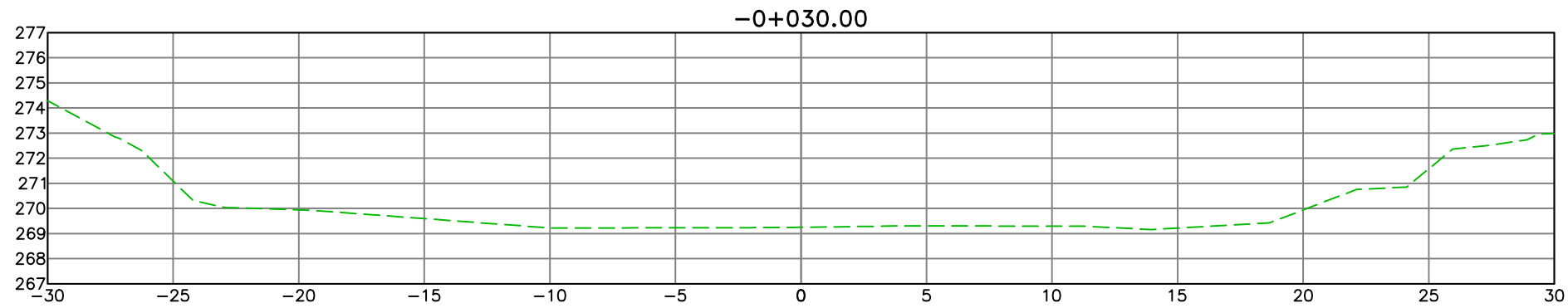
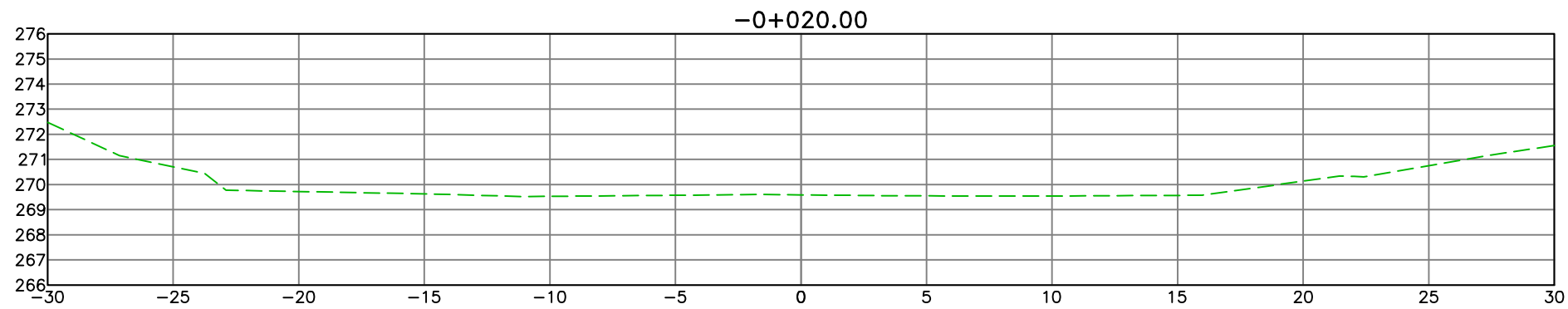
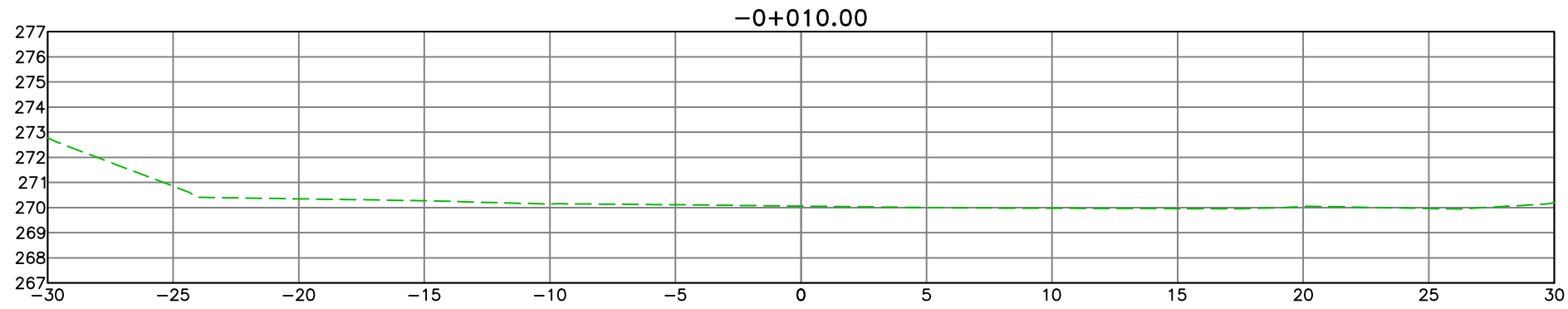
ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala:
1:250

Fecha:
JUN. 2018

Plano:
T-07



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAT - 2D "

PLANO SECCIONES TRANSVERSALES

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala:

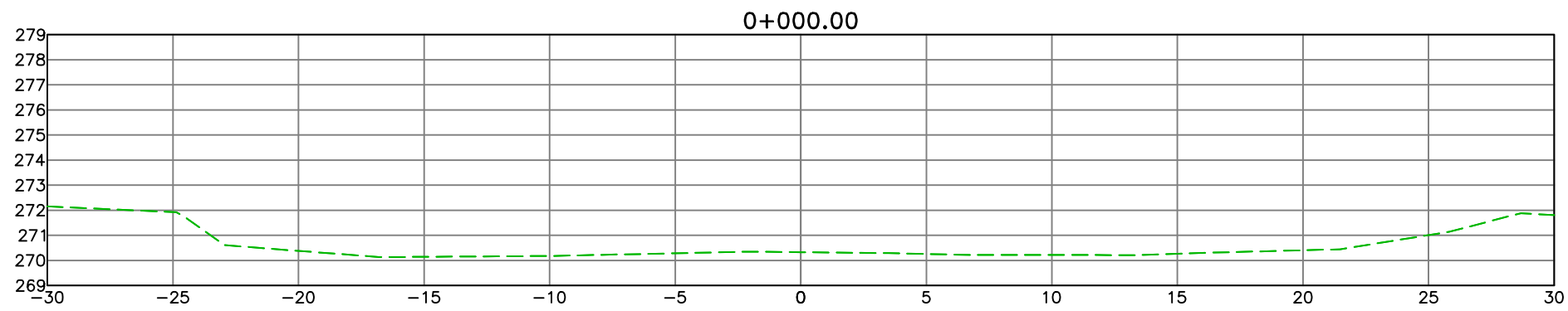
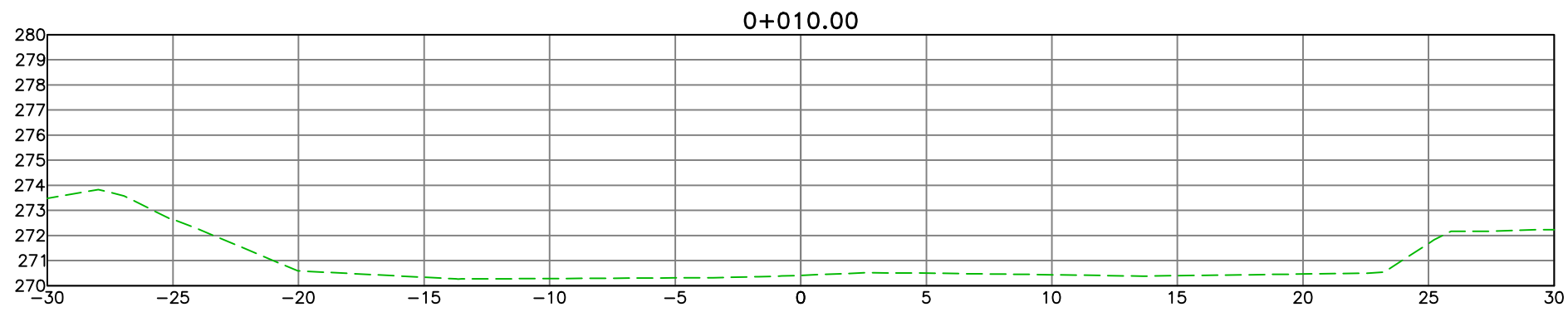
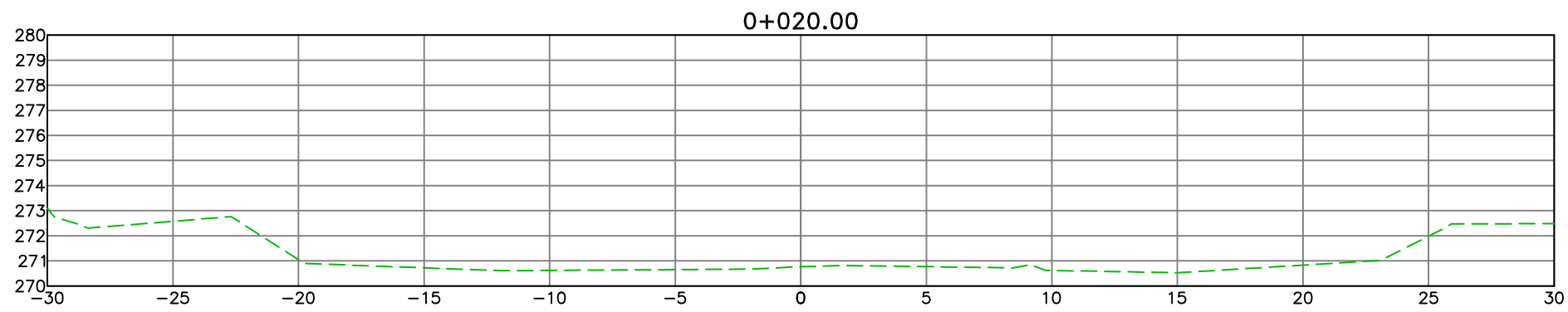
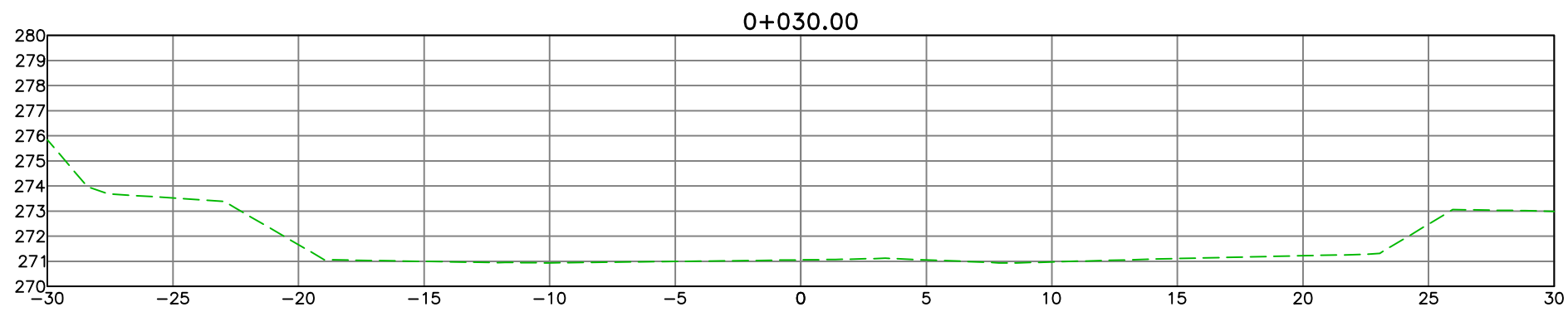
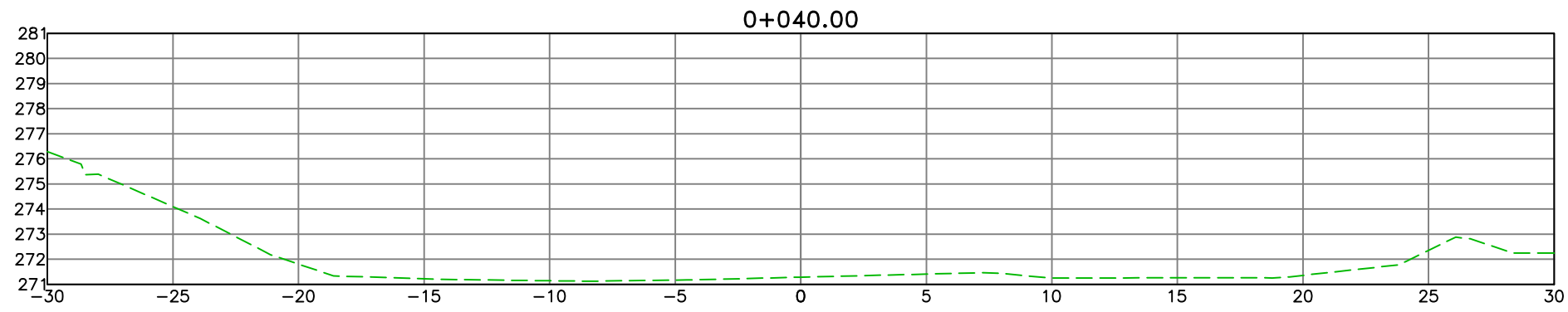
1:250

Plano:

T-08

Fecha:

JUN. 2018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAC - 2D "

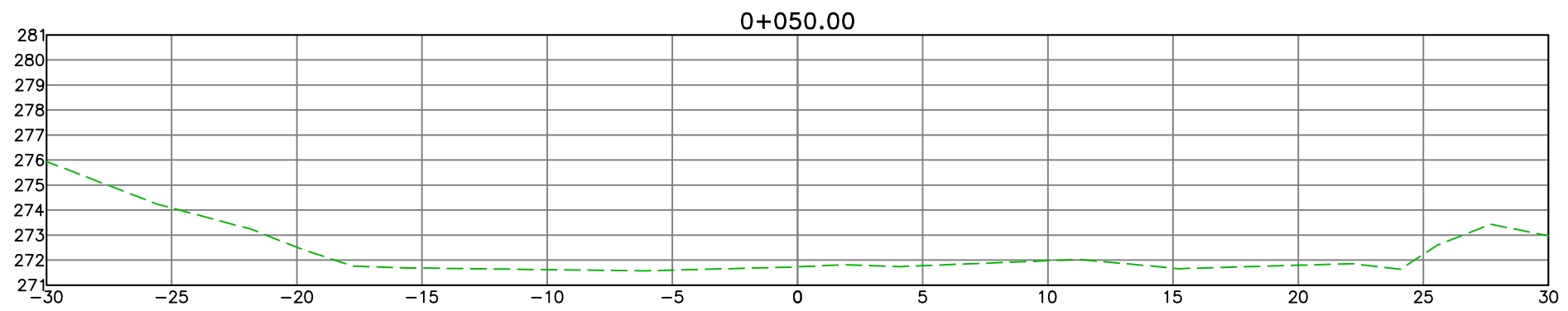
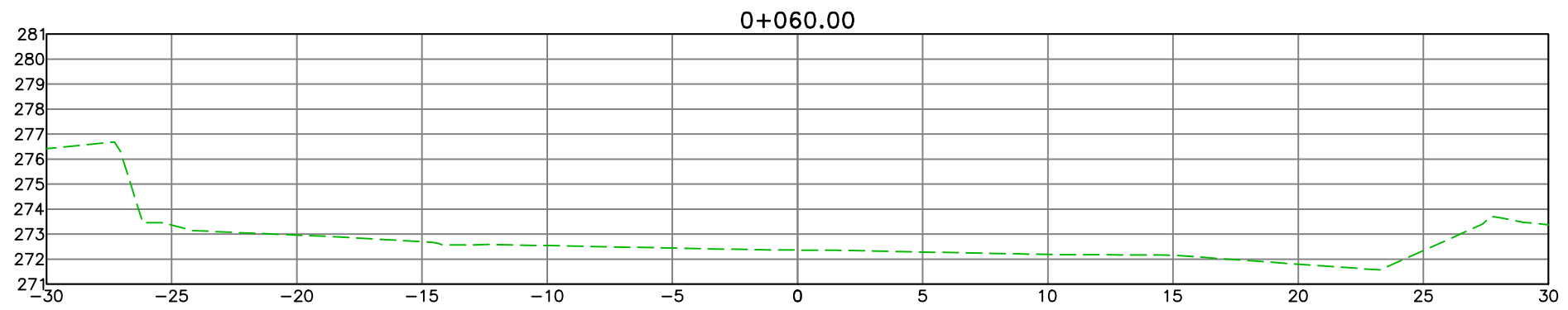
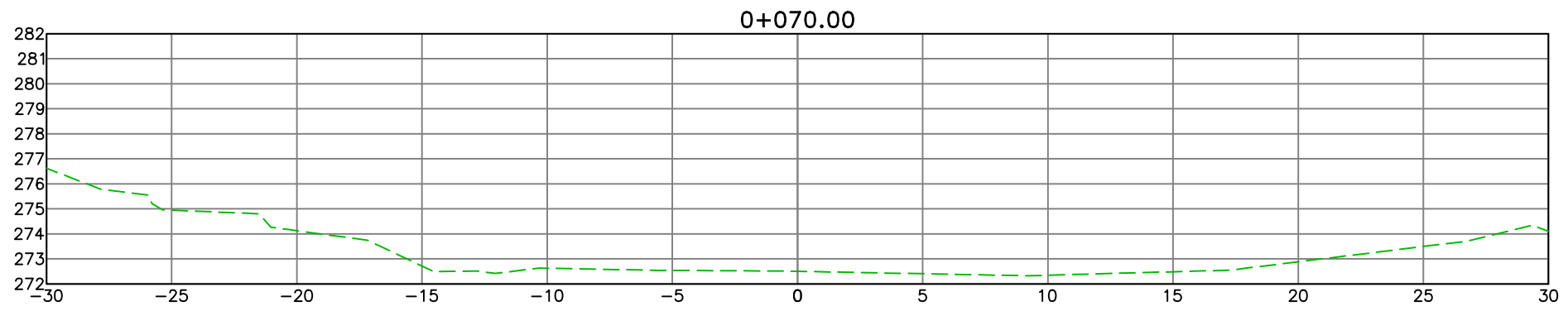
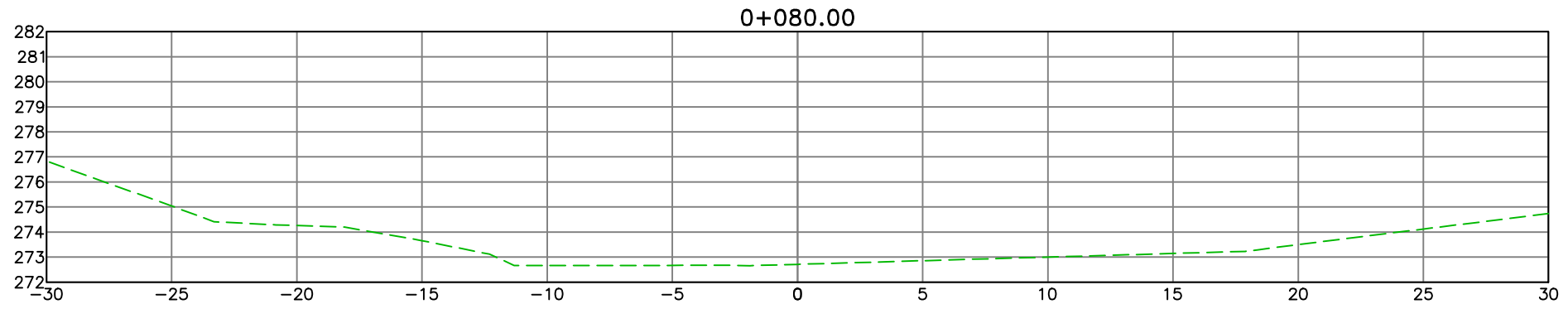
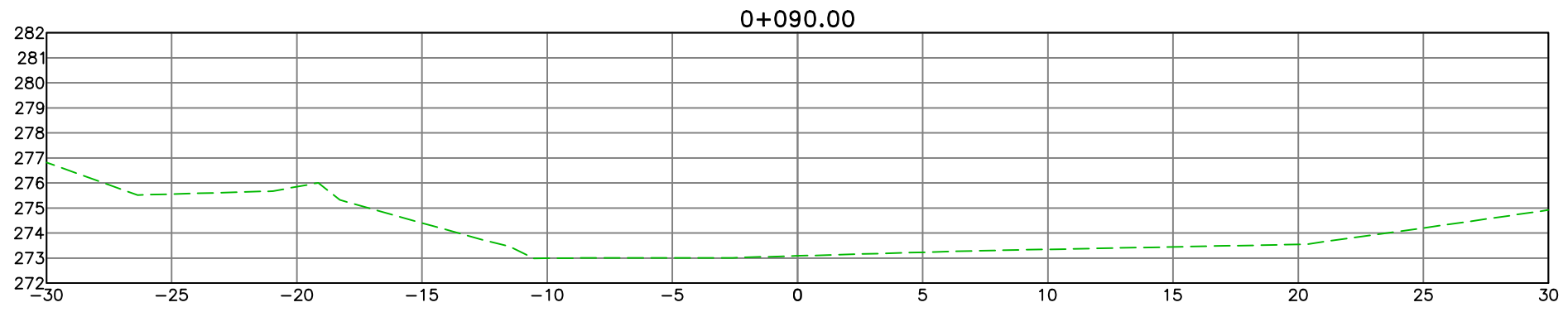
PLANO SECCIONES TRANSVERSALES

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala: 1:250	Plano: T-09
Fecha: JUN. 2018	



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAT - 2D "

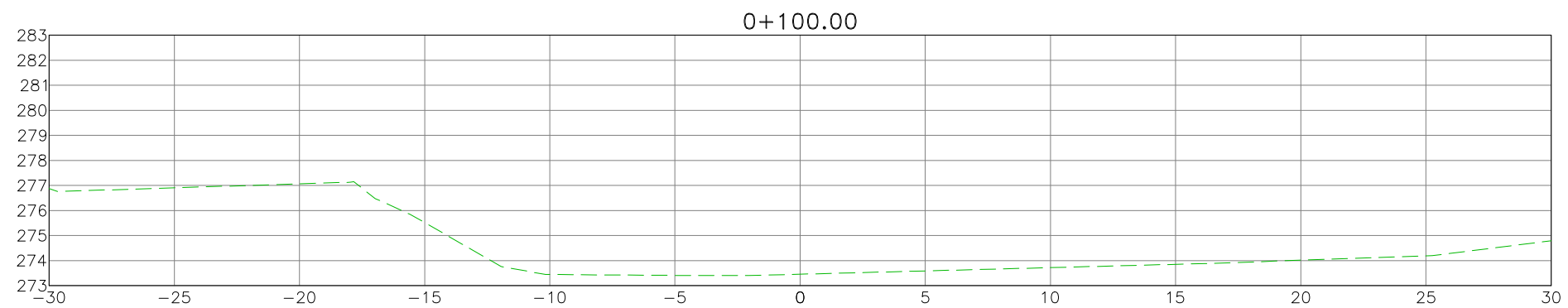
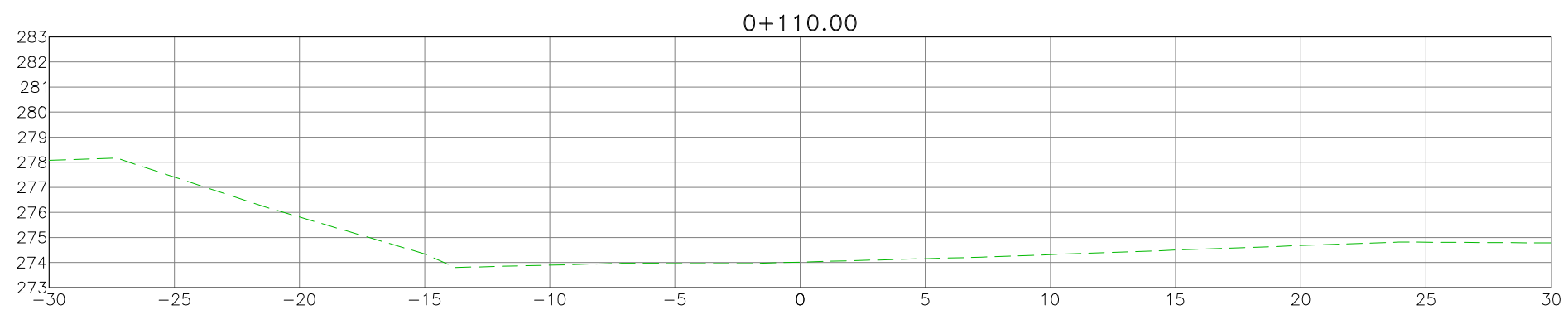
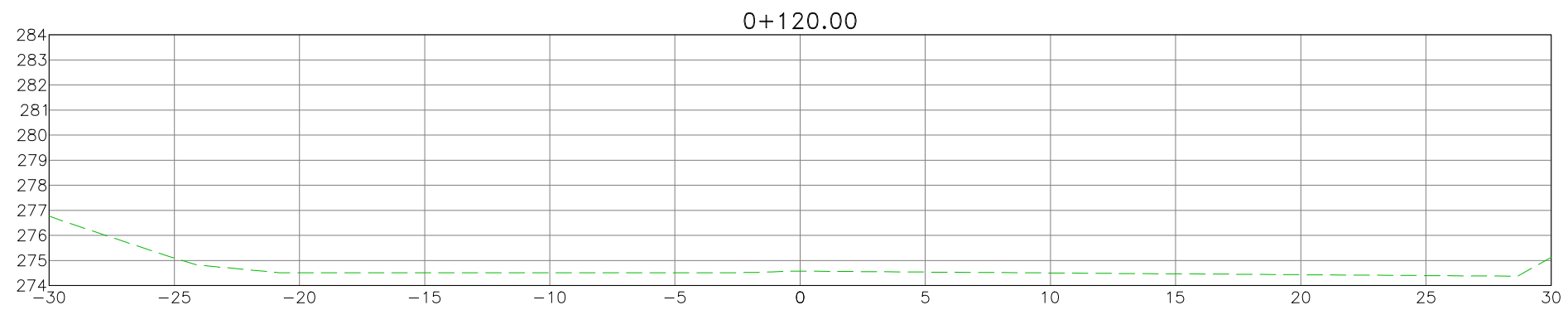
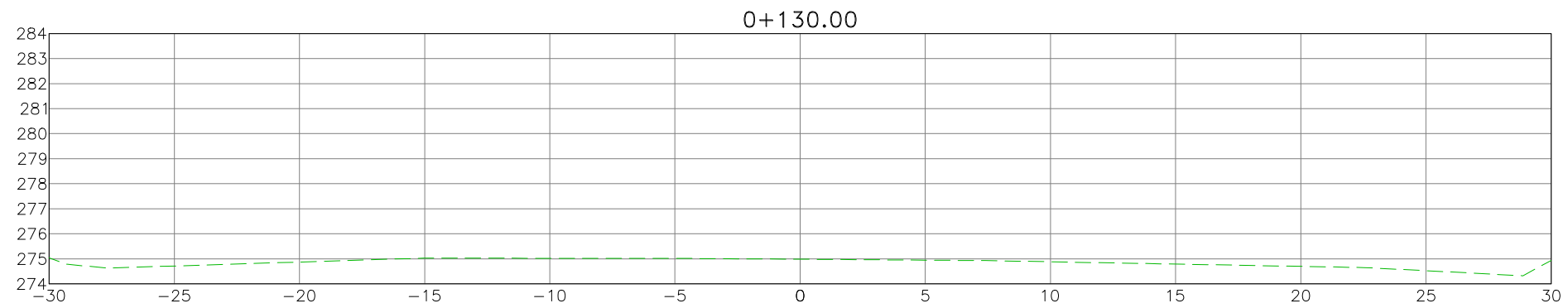
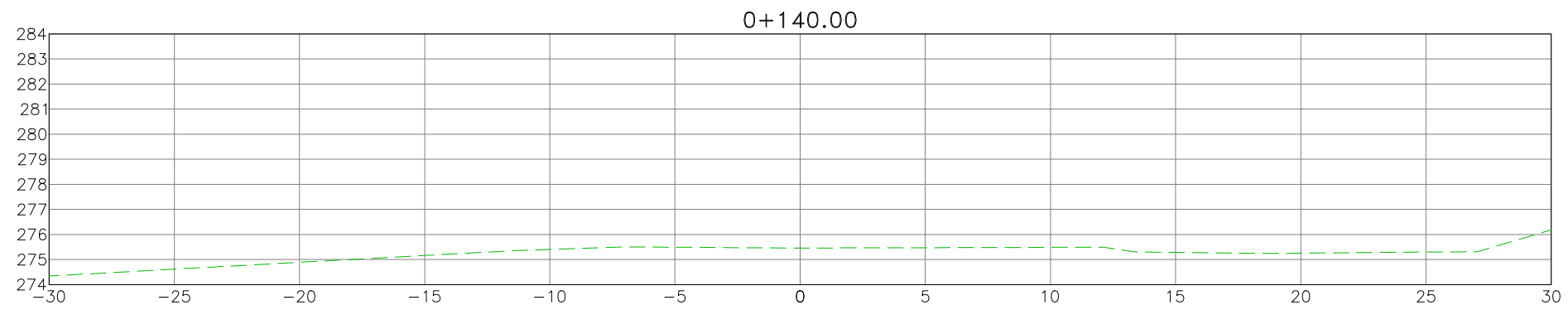
PLANO SECCIONES TRANSVERSALES

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala: 1:250	Plano: T-10
Fecha: JUN. 2018	



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAC - 2D "

PLANO SECCIONES TRANSVERSALES

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

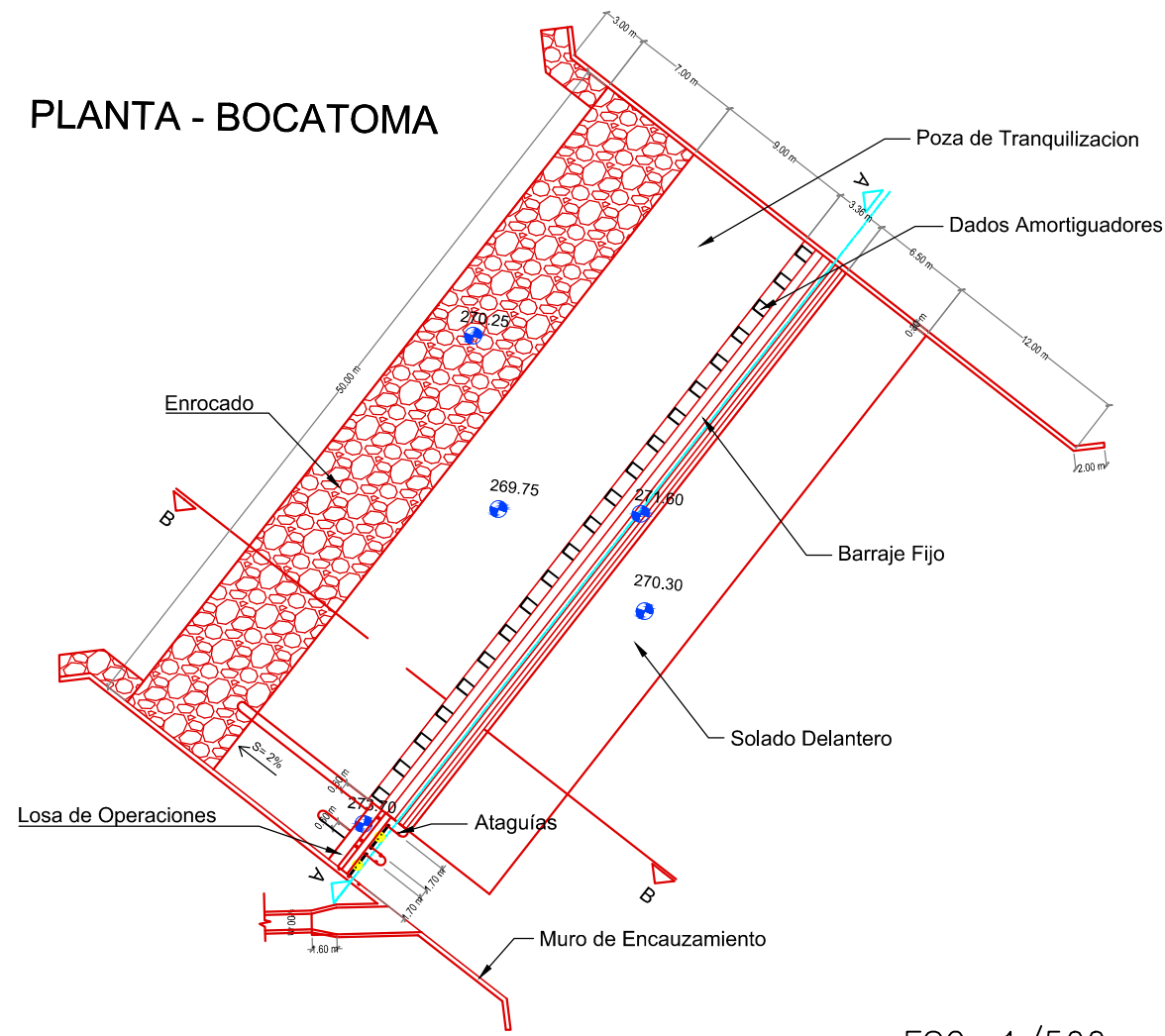
Escala:
1:250

Fecha:
JUN. 2018

Plano:

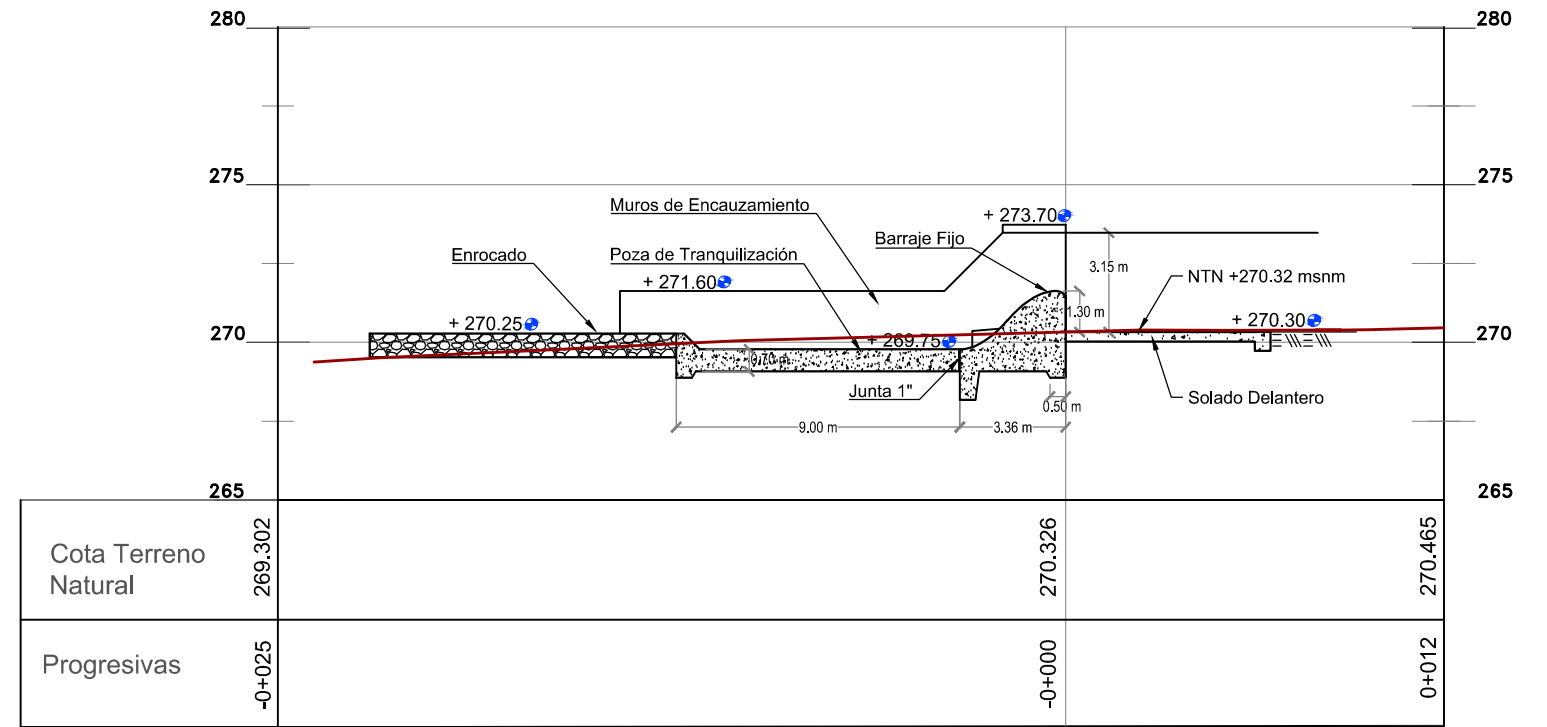
T-11

PLANTA - BOCATOMA

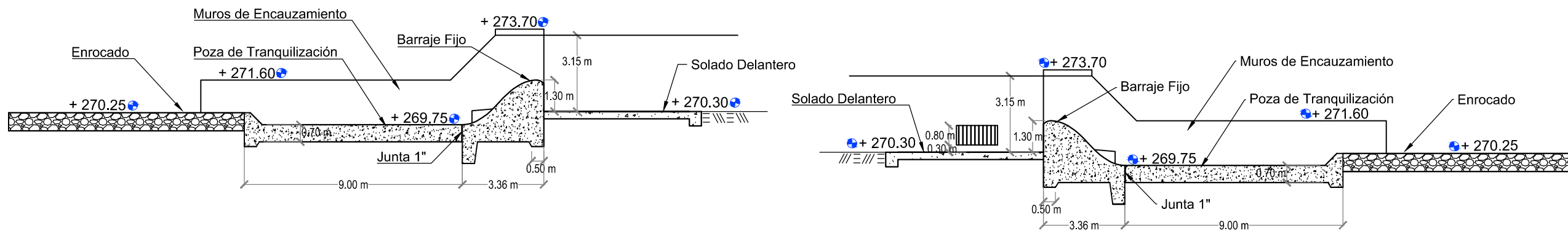


ESC. 1/500

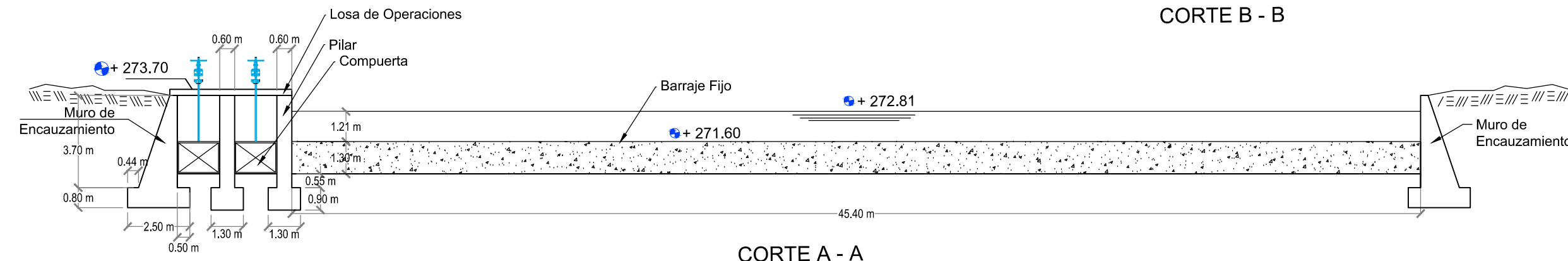
PERFIL DE TERRENO - BOCATOMA EL PUEBLO



ESC. 1/250



CORTE B - B



CORTE A - A

ESC. 1/200



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

PROYECTO: "DISEÑO Y MODELAMIENTO
HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHOCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO
NUMÉRICO TELEMAC - 2D "

PLANO ESTRUCTURA

TESISTA:
NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO

ASESOR:
ING. ZELADA ZAMORA, WILMER

Departamento: LAMBAYEQUE	Provincia: LAMBAYEQUE	Distrito: CHOCHOPE
-----------------------------	--------------------------	-----------------------

Escala: INDICADA	Plano: E-01
Fecha: JUN. 2018	

ANEXO 02:
ESTUDIO DE MECÁNICA DE
SUELOS

ÍNDICE

1.00 GENERALIDADES

1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

1.2 NORMATIVA

1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.4 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

1.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS

1.5.1 PRECIPITACIONES

1.5.2 CLIMA

1.5.3 TEMPERATURAS

1.5.4 HUMEDAD RELATIVA

1.5.5 HORAS DE SOL

1.5.6 VELOCIDAD DE VIENTO

1.5.7 EVAPORACIÓN

2.00 ASPECTOS GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 GEOLOGÍA

2.2 ASPECTOS GEODINÁMICOS

2.3 SISMICIDAD

3.00 INVESTIGACIONES REALIZADAS

3.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

3.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

3.2.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

3.2.2. ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO

4.00 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN DEL SUELO

4.1 CORTE DIRECTO Y CAPACIDAD PORTANTE

4.1.1. CORTE DIRECTO

4.1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE RESISTENCIA

4.1.3. CAPACIDAD PORTANTE

5.00 RESULTADOS DE LABORATORIO

6.00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente estudio de mecánica de suelos (EMS) realizada en el área destinada al proyecto: DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMÉRICO TELEMAT – 2D; con la finalidad de conocer y establecer las características que presenta el suelo como son la capacidad portante actual del suelo y cuanto puede deformarse por aplicación de las cargas que impondrá la estructura civil proyectada.

1.2. NORMATIVA

El estudio se encuentra referido principalmente a la Norma Técnica E.050 de Suelos y Cimentaciones, Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y bajo las Normas Técnicas de la (ASTM).

1.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La zona donde se proyecta la bocatoma de captación se encuentra en las coordenadas 652507 E y 9320076 N, la cual cuenta con un canal existente (canal el pueblo).

Ubicación Política

- Región : Lambayeque.
- Departamento : Lambayeque.
- Provincia : Lambayeque.
- Distrito : Chóchope.

Ubicación dentro del Distrito de Riego.

- Cuenca hidrográfica : Motupe.
- Distrito de Riego : Motupe – Olmos – La Leche.
- Sub distrito de Riego : Motupe.
- Junta de Usuarios : Valle Motupe.
- Sector de riego : Chóchope.
- Canal : El Pueblo.

1.4. VÍAS DE ACCESO AL ÁREA EN ESTUDIO

El acceso a la ciudad de Chóchope, se realiza a través de la carretera asfaltada Panamericana Norte, a través de vehículos particulares o servicio público, en el mismo ámbito del Distrito de Chóchope, luego por una trocha carrozable hasta la zona de estudio, utilizando como medio de transporte generalmente moto-taxis, camionetas rurales y otros vehículos.

1.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

El análisis de los factores meteorológicos se ha efectuado con los datos y valores proporcionados por el SENAMHI, se usaron 03 estaciones:

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°01: Estaciones utilizadas para obtención de datos.

ESTACIÓN		CUENCA	SUB CUENCA	COORDENADAS		ALTITUD (m)	PERIODO DE REGISTROS
N°	NOMBRE			Longitud	Latitud		
1	OLMOS	Olmos	Olmos	79° 43' W	5° 59' S	182	1965 - 2012
2	PUCHACA	La Leche	La Leche	79° 29' W	6° 23' S	400	1965 - 2012
3	INCAHUASI	La Leche	La Leche	79° 19' W	6° 14' S	3100	1965 - 2012

Fuente: Elaboración Propia.

1.5.1. PRECIPITACIONES

En la zona del proyecto las precipitaciones se concentran entre los meses de diciembre a mayo, con periodos de sequía el resto del año. El promedio más alto lo alcanza en el mes de marzo.

Las anomalías climáticas en estas últimas décadas han ocurrido para que se presenten dos eventos pluviales importantes denominados “Fenómeno El Niño” en la costa norte del Perú en los años 1983 y 1998 con lluvias de gran intensidad.

1.5.2. CLIMA

El clima es semi cálido a cálido con temperaturas que van de 11.21°C a 30.5°C y seco recibiendo influencias de las variaciones de la faja ecuatorial de los cambios de dirección de la corriente marina de aguas frías (Humbolt) lo que ocasiona temperaturas altas y escasa precipitación, salvo durante periodos cortos y esporádicos de ingresos al hemisferio sur de corrientes marinas de aguas calientes (El Niño) y otros periodos como los ocurridos en 1983, 1987, 1998 y 2002 con extraordinarias magnitudes.

1.5.3. TEMPERATURAS

La temperatura media anual para la zona de estudio es de 24.35°C, los valores máximos puntuales se presentan entre las 12 y 15 horas llegando hasta 27.36°C en el mes de Febrero.

1.5.4. HUMEDAD RELATIVA

El promedio anual de humedad para la zona de estudio está alrededor del 73.17%, con valores máximos y mínimos de 76.42% en el mes de Julio y 70.23% en el mes de Enero respectivamente, resultante del régimen térmico.

1.5.5. HORAS DE SOL

En la zona de estudio el valor de las horas de sol presenta poca variación a lo largo del año, con un máximo de 7.00 Hs/mes en el mes de Agosto y un mínimo de 3.20 Hs/mes en Febrero, teniéndose un promedio anual de 5.64 Hs/mes.

1.5.6. VELOCIDAD DE VIENTO

La velocidad de viento mantiene poco margen de variación durante el año. Su valor máximo se presenta en los meses de diciembre y enero con 3.70 m/seg., y mínimo en el mes de abril de 3.20 m/seg., teniéndose un promedio anual de 3.57 m/seg. En cuanto a la dirección del viento mayormente provienen del sur y en menor proporción del sureste.

1.5.7. EVAPORACIÓN

En cuanto a su distribución mensual, ésta presenta dos épocas bien definidas; entre los meses de enero y marzo alcanza los valores máximos, para luego descender y alcanzar valores mínimos entre los meses de julio a diciembre.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1. GEOLOGÍA

El distrito de Chóchope por lo general está apoyado sobre un depósito de suelos finos de origen SEDIMENTARIO, HETEROGÉNEO de unidades geológicas: Era CENOZOICA, Sistema CUATERNARIO, Serie RECIENTE; constituido esencialmente por ortocuarcitas de color gris claro a marrón claro, con rocas sedimentarias de areniscas y cuarcitas con intercalaciones de lutita. La zona de estudio presenta depósitos aluviales con presencia superficial de aguas freáticas por el escurrimiento del río.

2.2. ASPECTOS GEODINÁMICOS

De la zona actual donde está proyectada la bocatoma de captación se encuentra estable y no presenta problemas geodinámicos de inestabilidad. Sin embargo la falta de cohesión en las arenas y/o pérdida de humedad natural en los suelos granulares pueden ocasionar deslizamiento a medida que se hagan las excavaciones, por lo que para ello pueda requerir de protección o encofrado.

2.3. SISMICIDAD

De acuerdo a la información sismológica en la Región Lambayeque, se han producido sismos de intensidades promedio VII – VIII, según la escala de MM.

La zona en estudio se encuentra ubicada en la ZONA 4 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú con suelos clasificados como intermedios del tipo S₂ de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030 – Diseño Sismorresistente.

Las fuerzas Sísmicas Horizontales pueden calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismorresistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Donde:

S: factor de amplificación del suelo; S₂=1.05.

Para un periodo de vibración, T_p=0.6

U: factor de uso; U=1.00

Z: factor de zona, Z=0.45

3. INVESTIGACIONES REALIZADAS

3.1. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para la obtención de información se realizó un reconocimiento visual del terreno en estudio, para determinar el tipo de exploración a utilizar y el número de ellas.

Se propuso 03 exploraciones directas a cielo abierto 02 en la zona proyectada a captación (una a cada extremo del río) y 01 en la zona del canal, denominadas: C-1, C-2 y C-3; teniéndose en cuenta las dimensiones no menores a 1.00m de largo x 1.00m de ancho x 3.00m de profundidad para las calicatas C-1 y C-2 y 2.50m de profundidad para la calicata C-3, a partir de las cotas de terreno natural de tal manera que nos permita obtener la conformación litológica de los suelos.

Para profundizar las 02 primeras calicatas se utilizó maquinaria pesada (retroexcavadora) para llegar hasta los 3.00 metros bajo el nivel de terreno natural, en ambas calicatas el nivel freático se encontró a 0.90m bajo el nivel de terreno natural y para la calicata C-3 se pudo excavar de forma manual hasta los 2.50m de profundidad.

En cada exploración se ha obtenido muestras de suelo, las cuales fueron descritas visualmente de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 399, 150 (ASTDM D2488), registrando el perfil estratigráfico del suelo en campo; así mismo, se ha tomado muestras de suelo tipo Mab en bolsas de plástico y en estado alterado y muestras inalteradas tipo Mit, con la finalidad de realizar el diseño de la estructura civil.

Con dichas muestras y después del procesamiento respectivo se obtuvieron los resultados los cuales permitieron investigar las características geodinámicas del suelo y así mismo confeccionar el perfil estratigráfico del suelo, correspondiente a los sondeos practicados y luego de la evaluación llevar a cabo la clasificación en la que se indican las diferentes características de los estratos, tales como tipo de suelo, espesor de estrato, color, humedad, plasticidad y consistencia.

3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Con las muestras adquiridas en la investigación de campo, se ha realizado los ensayos de cada una de las muestras de suelo, con el objetivo de obtener las características y propiedades del suelo que nos permita deducir las condiciones de cimentación bajo las especificaciones normadas en la NTP 339 del Reglamento Nacional de Edificaciones son las siguientes:

Ensayos estándar:

- ✓ Contenido de humedad (NTP 339.127) (ASTM D2216)
- ✓ Análisis Granulométrico (NTP 339.128) (ASTM D422)
- ✓ Límite líquido (NTP 339.129) (ASTM D423)
- ✓ Límite plástico (NTP 339.129) (ASTM D424)

Ensayos especiales:

- ✓ Peso específico relativo de sólidos (NTP 339.131) (ASTM D854)
- ✓ Corte directo (ASTM D3083)
- ✓ Contenido de sales solubles totales (NTP 339.152) (BS 1377)
- ✓ Contenido de cloruros solubles (NTP339.177) (AASHTO T291)
- ✓ Contenido de sulfatos solubles (NTP 339.178) (AASHTO T290)

Se obtuvieron 09 muestras de suelo, los ensayos mencionados anteriormente se realizaron el en laboratorio según norma.

a. Contenido de Humedad

Se presentan los resultados del ensayo de Contenido de Humedad, realizados según norma NTP 339.127, basado en la Norma ASTM D 2216.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°02

CONTENIDO DE HUMEDAD			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	9.5	5.4	3.30
M-2	9.0	4.6	3.18

Fuente: Elaboración propia

b. Límite Líquido

Se presentan los resultados del ensayo para la determinación de Limite Liquido, realizados según norma NTP 339.129, basado en la Norma ASTM D 4318.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°03

LÍMITE LÍQUIDO			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	NP	NP	21.20
M-2	NP	NP	19.63

Fuente: Elaboración propia.

c. Límite Plástico

Se presentan los resultados del ensayo para la determinación de Limite Plástico, realizados según norma NTP 339.129, basado en la Norma ASTM D 4318.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°04

LÍMITE PLÁSTICO			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	NP	NP	11.46
M-2	NP	NP	13.38

Fuente: Elaboración propia.

d. Índice de Plasticidad

Se presentan los resultados del ensayo para la determinación de Índice de Plasticidad, realizados según norma NTP 339.129, basado en la Norma ASTM D 4318.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°05

ÍNDICE DE PLASTICIDAD			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	NP	NP	9.74
M-2	NP	NP	6.25

Fuente: Elaboración propia

e. **Peso Específico Relativo de Sólidos**

Se presentan los resultados del ensayo para la determinación de Peso Específico Relativo de Sólidos, realizados según norma NTP 339.131, basada en la Norma ASTM D 854.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°06

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	2.748	2.559	2.457
M-2	2.737	2.612	2.564

Fuente: Elaboración propia

f. **Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos.**

Se presentan los resultados del ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos, realizados según norma NTP 339.152 basado en la Norma BS1377.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°07

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	0.050	0.050	0.050
M-2	0.050	0.100	0.050

Fuente: Elaboración propia

g. **Contenido de Cloruros Solubles en Suelos.**

Se presentan los resultados del ensayo normalizado para la determinación del contenido de Cloruros solubles en suelos, realizados según norma NTP 339.177 basado en la Norma AASHTO T291.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°08

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (%)			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	--	---	---
M-2	0.0172	0.0137	0.0110

Fuente: Ensayo realizado en Laboratorio FERMATI.

h. Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos.

Se presentan los resultados del ensayo normalizado para la determinación del contenido de sulfatos en suelos, realizados según norma NTP 339.1798 basado en la Norma AASHTO T290.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°09

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (%)			
MUESTRA	C-1	C-2	C-3
M-1	--	---	---
M-2	0.164	0.107	0.1020

Fuente: Ensayo realizado en Laboratorio FERMATI.

3.2.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

La identificación y clasificación del suelo en estudio, se realizó de acuerdo a lo especificado en la norma ASTM- 2487, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS., se ha obtenido el análisis granulométrico por tamizado y los límites de ATTERBERG (Límite Líquido, Límite Plástico), las muestras obtenidas son arenas no plásticas, sin cohesión, de consistencia media y también se tuvieron suelos granulares semi-compactos, de pequeña cohesión con inclusiones de piedras sub-angulares y bolonería con diámetro mayor a 8" producto del basamento rocoso del sector, considerados como suelos ligeramente mejorados capaces de soportar las cargas de desplante.

Con la identificación se pudo determinar los ensayos a realizar en laboratorio, teniendo en cuenta la finalidad buscada que es determinar si el suelo es apto para soportar las cargas que demanda la obra de ingeniería proyectada.

3.2.2. ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO

En base al trabajo de campo en el área de estudio y resultados de los ensayos de laboratorio se han elaborado 03 perfiles estratigráficos del terreno, que se detallan a continuación para su mejor apreciación.

CALICATA C-1

ESTRATO 01: (M-1). Profundidad 0.00 – 0.70m

Estrato identificado en el sistema SUCS como "GP-GM", Grava pobremente graduada con limo y arena, no presenta plasticidad, de color marrón beige, con presencia de piedras sub-angulares y canto rodado de $\varnothing > 10"$, con presencia de sales de 500 ppm. Presenta una densidad seca de 1.85 gr/cm^3 .

Identificado en el sistema AASHTO, como A-1-a (0).

ESTRATO 02: (M-2). Profundidad 0.70 – 3.00m

Estrato identificado en el sistema SUCS como "SP-SM", M-2. Arena pobremente graduada con limo y grava, no presenta plasticidad, de color marrón oscuro, con presencia de

piedras sub angulares de $\varnothing > 2"$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8"$, con presencia de sales de 500 ppm. Presenta una densidad seca de 1.87 gr/cm^3 .

Identificado en el sistema AASHTO, como A-1-a (0).

CALICATA C-2

ESTRATO 01: (M-1). Profundidad 0.00 – 0.70m

Estrato identificado en el sistema SUCS como "GW-GM", Grava pobremente gradada con arena, no presenta plasticidad, de color marrón oscuro, con presencia de piedras sub angulares de $\varnothing > 2"$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8"$, con presencia de sales de 1500 ppm. Presenta una densidad seca de 1.86 gr/cm^3 .

Identificado en el sistema AASHTO, como A-1-a (0).

ESTRATO 02: (M-2). Profundidad 0.70 – 3.00m

Estrato identificado en el sistema SUCS como "GP", Grava pobremente gradada con arena, no presenta plasticidad, de color marrón oscuro, con presencia de piedras sub angulares y canto rodado mayor a $\varnothing > 8"$, con presencia de sales de 1500 ppm. Presenta una densidad seca de 1.87 gr/cm^3 .

Identificado en el sistema AASHTO, como A-1-a (0).

CALICATA C-3

ESTRATO 01: (M-1). Profundidad 0.00 – 0.50m

Estrato identificado en el sistema SUCS como "SC", Arena arcillosa de baja plasticidad, de color marrón claro, con índice de plasticidad = 9.7%, con presencia de sales de 500 ppm.

Identificado en el sistema AASHTO, como A-4 (2).

ESTRATO 02: (M-2). Profundidad 0.50 – 2.50m

Estrato identificado en el sistema SUCS como "SC-SM", Arena limo arcillosa, de baja plasticidad, semi compacta, de color amarillento, con presencia de piedras sub angulares de $\varnothing > 2"$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8"$, con presencia de sales de 500 ppm. Presenta una densidad seca de 1.75 gr/cm^3 .

Identificado en el sistema AASHTO, como A-2-4 (0).

4. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN DEL SUELO EN ESTUDIO

Basados en el trabajo de campo y registros estratigráficos, se recomienda apoyar la cimentación sobre el suelo uniforme encontrado a la profundidad de desplante mínima $D_f = 1.50\text{m}$ de clasificación SUCS: (SP-SM), Arena pobremente gradada con presencia de piedras sub angulares de $\varnothing > 2"$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8"$; así como

también (GP) Grava pobremente gradada con arena, con presencia de piedras sub angulares de $\varnothing > 2''$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8''$, de consistencia semi compacta; y para que se apoye el canal se tiene (SC-SM) Arena limo arcillosa, de baja plasticidad, semi compacta, de color amarillento, con presencia de piedras sub angulares de $\varnothing > 2''$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8''$.

4.1. CORTE DIRECTO Y CAPACIDAD PORTANTE

4.1.1. CORTE DIRECTO

El ensayo se realizó de acuerdo a las especificaciones ASTM – D3080, con cargas verticales que producen esfuerzos de 0.50, 1.00 y 1.50 Kg/cm², para tal fin se utilizaron 03 muestras extraídas de las calicatas ensayadas.

4.1.2. CARACTERISTICAS FÍSICAS Y DE RESISTENCIA DEL SUELO EN ESTUDIO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°10: Características físicas del suelo.

CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	LIMITES ATTERBERG			CLASIFICACIÓN	
			LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO
C-1	0.00 - 0.70	M-1	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)
	0.70 - 3.00	M-2	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-a (0)
C-2	0.00 - 0.70	M-1	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a (0)
	0.70 - 3.00	M-2	NP	NP	NP	GP-GM	A-1-a (0)
C-3	0.00 - 0.50	M-1	21.20	11.46	9.74	SC	A-4 (2)
	0.50 - 2.50	M-2	19.63	13.38	6.25	SC-SM	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. CAPACIDAD PORTANTE

Para efecto de diseño se adjunta el cálculo de la resistencia admisible del terreno para cimentación continua. Se adjunta la expresión Terzaghi para falla general.

$$\text{Cimentación continua: } q_d = \frac{2}{3} C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5Y \cdot B \cdot N'_y$$

$$\text{Capacidad admisible: } q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

$$\text{Factor de seguridad: } FS = 3$$

Considerando:

Df: profundidad de cimentación.

B: ancho de cimentación.



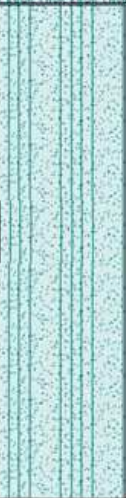
N'c, N'q, N'y: factores de capacidad de carga de Terzaghi.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, TABLA N°11: Capacidad admisible del terreno Kg/cm².

CALICATA	PROFUNDIDAD Df.(m)	ANCHO DE CIMENTACIÓN B.(m)	CIMENTACIÓN CONTINUA (Kg/cm ²)
C-1	1.50	2.00	1.54
C-2	1.50	2.00	1.57
C-3	1.50	2.00	1.05

Fuente: Elaboración Propia.

5. RESULTADOS DE LABORATORIO

		UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS USAT				
		ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL TESIS: DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D UBICACIÓN: DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE Calicata: C-1 Nivel Freatico: 0.90m Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO				
REGISTRO DE EXCAVACIÓN						
Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0.00	A CIELO ABIERTO	9.50%		GP-GM	A-1-a (0)	M-1. Grava pobremente graduada con limo y arena, no presenta plasticidad, de color marrón beige, con presencia de piedras sub-angulares y canto rodado de Ø > 10", con presencia de sales de 500 ppm.
0.70		9.00%		SP-SM	A-1-a (0)	M-2. Arena pobremente gradada con limo y grava, no presenta plasticidad, de color marrón oscuro, con presencia de piedras sub-angulares de Ø > 2" y balonería de gran tamaño mayor a Ø > 8", con presencia de sales de 500 ppm.
0.70						
3.00						
Observaciones: M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra PG = Piedra Grande						



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE
CONCRETO,SUELOS Y PAVIMENTOS USAT**

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.

: N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite liquido. Limite plástico, e indice de plasticidad de suelos.

: N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

ENSAYO₃ : Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo

: N.T.P. 339.127

ENSAYO₄

: SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

: NTP 339.152 / USBR E - 8

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA : GIORGIO NASSI MIRENGHI

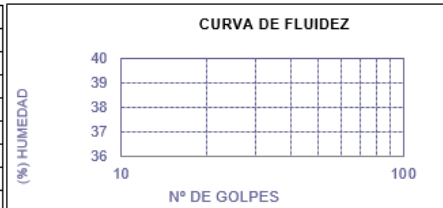
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CALICATA : 1
MUESTRA : M - 1

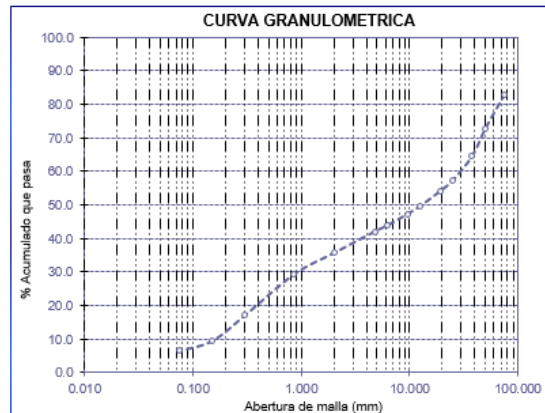
CORDENADAS E: 652504 N: 9320057
PROFUNDIDAD : 0.00 m a 0.70 m

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	17.1	82.9
2"	50.00	27.1	72.9
1 1/2"	37.50	35.5	64.5
1"	25.00	42.6	57.4
3/4"	19.00	45.9	54.1
1/2"	12.50	50.3	49.7
3/8"	9.50	52.7	47.3
1/4"	6.30	56.0	44.0
Nº4	4.75	57.9	42.1
Nº10	2.00	64.2	35.8
Nº20	0.850	70.6	29.4
Nº50	0.3	82.8	17.2
Nº100	0.150	90.4	9.6
Nº200	0.075	93.4	6.6



Límite líquido	%	NP
Límite plástico	%	NP
Índice de plasticidad	%	NP
Clasificación SUCS		GP-GM
Clasificación AASHTO		A-1-a (0)

Denominación : **Grava pobremente graduada con limo y arena**



Determinar el contenido de humedad de un suelo

Humedad 9.53

contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

Sales 0.05

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
: N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
: N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

ENSAYO₃ : Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo
: N.T.P. 339.127

ENSAYO₄ : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.
: NTP 339.152 / USBR E - 8

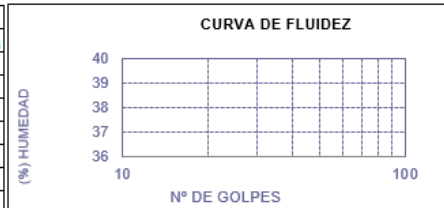
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : GIORGIO NASSI MIRENGHI

TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE
CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL
MODELO NUMERICO TELEMAC - 2D

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

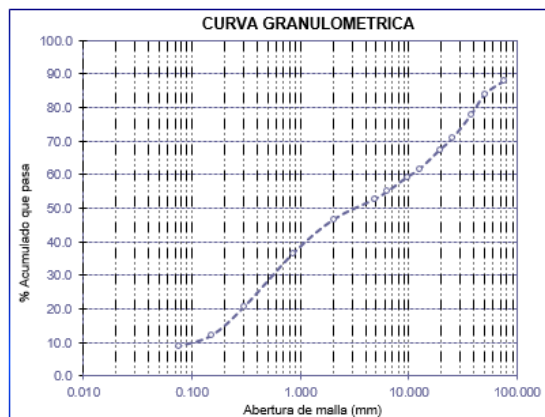
CALICATA : 1 CORDENADAS E: 652504 N: 9320057
MUESTRA : M - 2 PROFUNDIDAD : 0.70 m a 3.00 m

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	12.0	88.0
2"	50.00	15.8	84.2
1 1/2"	37.50	21.8	78.2
1"	25.00	29.0	71.0
3/4"	19.00	32.5	67.5
1/2"	12.50	38.1	61.9
3/8"	9.50	40.6	59.4
1/4"	6.30	44.8	55.2
Nº4	4.75	47.2	52.8
Nº10	2.00	53.2	46.8
Nº20	0.850	63.3	36.7
Nº50	0.3	79.2	20.8
Nº100	0.150	87.7	12.3
Nº200	0.075	91.0	9.0



Límite líquido	%	NP
Límite plástico	%	NP
Índice de plasticidad	%	NP
Clasificación SUCS		SP-SM
Clasificación AASHTO		A-1-a (0)

Denominación :
Arena pobremente graduada con limo y grava



Determinar el contenido de humedad de un suelo

Humedad 9.00

contenido de sales solubles en suelos y aguas
subterránea.

Sales 0.05

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTMD 3080

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO.
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
UBICACIÓN : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque.

CALICATA C - 1

MUESTRA

2

Profundidad : 0.70 a 3.00 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm ³	DENSIDAD SECA g/ cm ³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm ²	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓ N %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm ²
N° 01	1.711	1.543	0.50	10.87	38.45	0.362
N° 02	1.710	1.592	1.00	7.44	28.30	0.847
N° 03	1.985	1.574	1.50	26.16	96.83	1.190

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.131	0.262	0.10	0.208	0.208	0.10	0.500	0.333
0.20	0.164	0.328	0.20	0.285	0.285	0.20	0.650	0.433
0.35	0.197	0.394	0.35	0.340	0.340	0.35	0.750	0.500
0.50	0.208	0.416	0.50	0.395	0.395	0.50	0.780	0.520
0.75	0.230	0.460	0.75	0.450	0.450	0.75	0.860	0.573
1.00	0.241	0.482	1.00	0.495	0.495	1.00	0.900	0.600
1.25	0.263	0.526	1.25	0.528	0.528	1.25	0.950	0.633
1.50	0.274	0.548	1.50	0.572	0.572	1.50	0.970	0.647
1.75	0.285	0.570	1.75	0.594	0.594	1.75	0.990	0.660
2.00	0.296	0.592	2.00	0.605	0.605	2.00	1.000	0.667
2.50	0.307	0.614	2.50	0.649	0.649	2.50	1.030	0.687
3.00	0.329	0.659	3.00	0.671	0.671	3.00	1.040	0.693
3.50	0.340	0.681	3.50	0.704	0.704	3.50	1.060	0.707
4.00	0.351	0.703	4.00	0.726	0.726	4.00	1.080	0.720
4.50	0.362	0.725	4.50	0.748	0.748	4.50	1.090	0.727
5.00	0.362	0.725	5.00	0.781	0.781	5.00	1.100	0.733
5.50	0.362	0.725	5.50	0.792	0.792	5.50	1.120	0.747
6.00	0.362	0.725	6.00	0.836	0.836	6.00	1.130	0.753
6.50	0.362	0.725	6.50	0.847	0.847	6.50	1.150	0.767
7.00	0.362	0.725	7.00	0.847	0.847	7.00	1.160	0.773
7.50	0.362	0.725	7.50	0.847	0.847	7.50	1.160	0.773
8.00	0.362	0.725	8.00	0.847	0.847	8.00	1.170	0.780
8.50	0.362	0.725	8.50	0.847	0.847	8.50	1.180	0.787
9.00	0.362	0.725	9.00	0.847	0.847	9.00	1.180	0.787
9.50	0.362	0.725	9.50	0.847	0.847	9.50	1.190	0.793
10.00	0.362	0.725	10.00	0.847	0.847	10.00	1.190	0.793
11.00	0.362	0.725	11.00	0.847	0.847	11.00	1.190	0.793
12.00	0.362	0.725	12.00	0.847	0.847	12.00	1.190	0.793

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

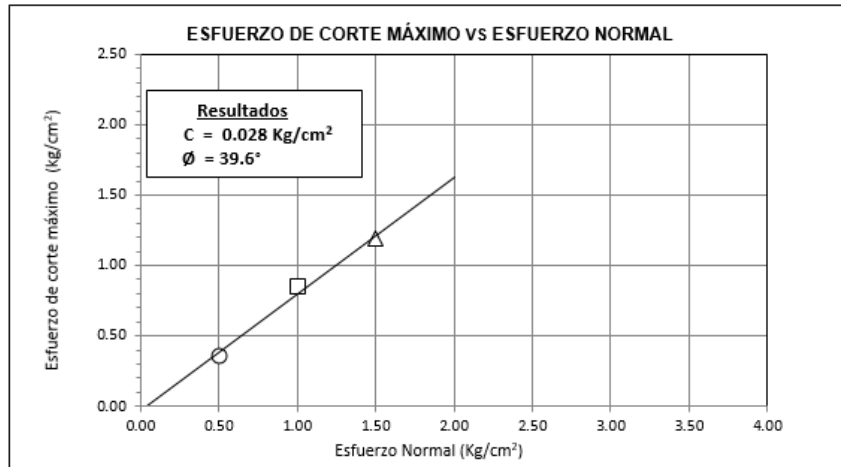
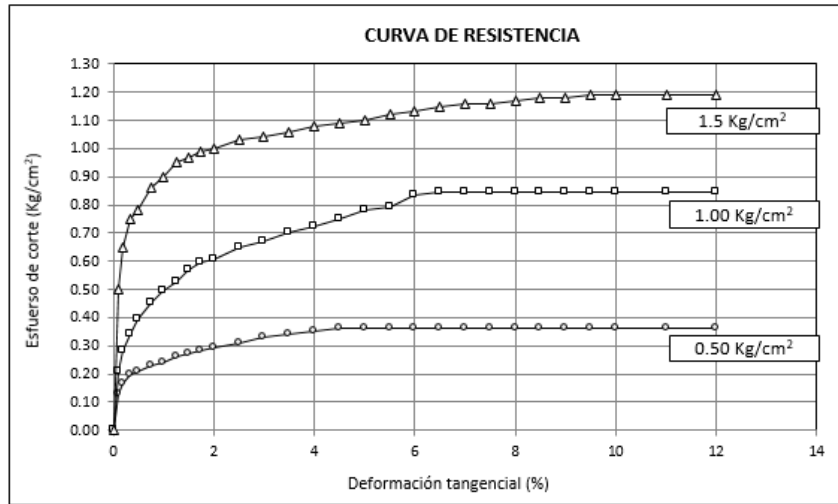
ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO.
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO
DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE,
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO

UBICACIÓN : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de
Lambayeque.

CALICATA C - 1

MUESTRA 2

Profundidad : 0.70 a 3.00 m



CAPACIDAD PORTANTE

Tesista : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO
: DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL
Tesis PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO
EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
Ubicación : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de
Lambayeque.

Ensayo de Corte Directo :

CIMENTACION CONTINUA

**CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

D_f = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N_c N_q, N_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

Ø =	39.6°
C =	0.028
Y =	0.870
D _f =	1.5
B =	2.00
N _c =	33.91
N _q =	19.70
N _y =	16.26

$$q_d = 46.18 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 4.62 \text{ Kg/cm}^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 1.54 \text{ Kg/cm}^2$$



ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: GIORGIO RENATTO NASSI MIRENGHI
 TESIS: DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Calicata: C-2 Nivel Freatico: 0.90m
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0.00	A CIELO ABIERTO	5.40%		GW-GM	A-1-a (0)	M-1. Grava bien gradada con limo y arena, no presenta plasticidad, de color marrón beige, con presencia de piedras sub-angulares y canto rodado de $\varnothing > 40''$, con presencia de sales de 500 ppm
0.70		4.60%		GP	A-1-a (0)	M-2. Grava pobremente gradada con arena, no presenta plasticidad, de color marrón oscuro, con presencia de piedras sub-angulares de $\varnothing > 2''$ y balonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8''$, con presencia de sales de 1500 ppm.
3.00						

Observaciones:

M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra PG = Piedra Grande

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
: N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
: N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

ENSAYO₃ : Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo
: N.T.P. 339.127

ENSAYO₄
: SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.
: NTP 339.152 / USBR E - 8

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : GIORGIO NASSI MIRENGHI

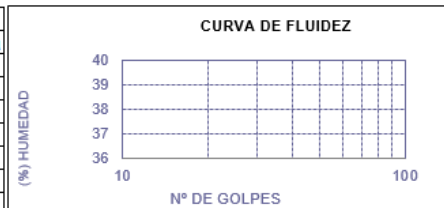
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE
CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL
MODELO NUMERICO TELEMAC - 2D

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CALICATA : 2
MUESTRA : M - 1

CORDENADAS E: 652523 N: 9320078
PROFUNDIDAD : 0.00 m a 0.80 m

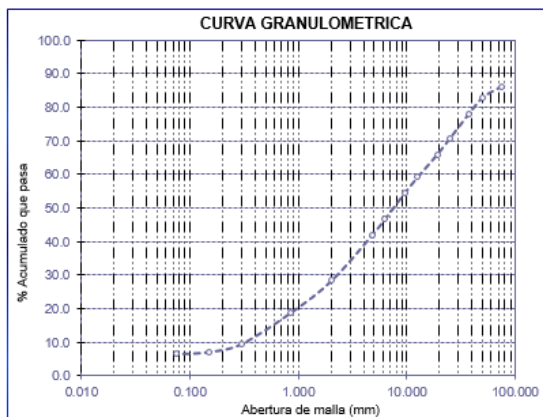
Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	13.8	86.2
2"	50.00	17.1	82.9
1 1/2"	37.50	21.8	78.2
1"	25.00	29.1	70.9
3/4"	19.00	34.0	66.0
1/2"	12.50	40.8	59.2
3/8"	9.50	45.5	54.5
1/4"	6.30	53.1	46.9
Nº4	4.75	58.0	42.0
Nº10	2.00	71.7	28.3
Nº20	0.850	81.1	18.9
Nº50	0.3	90.3	9.7
Nº100	0.150	92.8	7.2
Nº200	0.075	93.4	6.6



Límite líquido	%	NP
Límite plástico	%	NP
Índice de plasticidad	%	NP
Clasificación SUCS		GW-GM
Clasificación AASHTO		A-1-a (0)

Denominación :

Grava bien graduada con limo y arena



Determinar el contenido de humedad de un suelo

Humedad 5.43

contenido de sales solubles en suelos y aguas
subterránea.

Sales 0.05

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el analisis granulométrico por tamizado.
: N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite líquido. Limite plástico, e indice de plasticidad de suelos.
: N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

ENSAYO₃ : Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo
: N.T.P. 339.127

ENSAYO₄ : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.
: NTP 339.152 / USBR E - 8

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : GIORGIO NASSI MIRENGHI

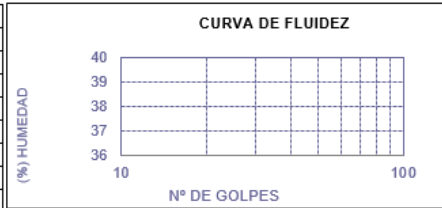
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CALICATA : 2
MUESTRA : M - 2

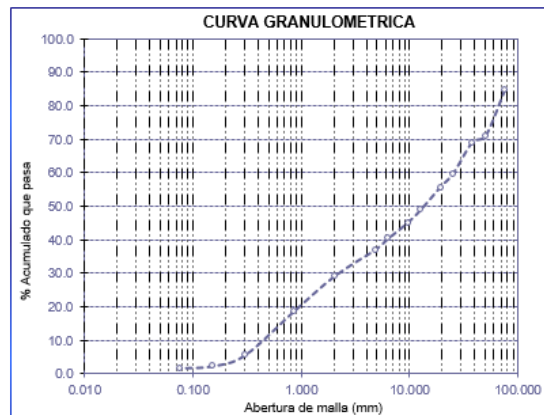
CORDENADAS E: 652523 N: 9320078
PROFUNDIDAD : 0.80 m a 3.00 m

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	15.2	84.8
2"	50.00	28.8	71.2
1 1/2"	37.50	30.8	69.2
1"	25.00	40.1	59.9
3/4"	19.00	44.2	55.8
1/2"	12.50	51.0	49.0
3/8"	9.50	54.8	45.2
1/4"	6.30	59.5	40.5
Nº4	4.75	62.9	37.1
Nº10	2.00	70.8	29.2
Nº20	0.850	81.2	18.8
Nº50	0.3	94.3	5.7
Nº100	0.150	97.6	2.4
Nº200	0.075	98.2	1.8



Límite líquido	%	NP
Límite plástico	%	NP
Índice de plasticidad	%	NP
Clasificación SUCS		GP
Clasificación AASHTO		A-1-a (0)

Denominación :
Grava pobremente graduada con arena



Determinar el contenido de humedad de un suelo

Humedad 4.63

contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

Sales 0.10

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO.
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
UBICACIÓN : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque.

CALICATA C - 2

MUESTRA

2

Profundidad : 0.70 a 3.00 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm ³	DENSIDAD SECA g/ cm ³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm ²	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm ²
N° 01	1.683	1.571	0.50	7.11	28.04	0.450
N° 02	1.680	1.567	1.00	7.23	28.33	0.847
N° 03	1.872	1.750	1.50	6.93	36.74	1.288

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.100	0.200	0.10	0.296	0.296	0.10	0.153	0.102
0.20	0.160	0.320	0.20	0.362	0.362	0.20	0.318	0.212
0.35	0.250	0.500	0.35	0.417	0.417	0.35	0.561	0.374
0.50	0.310	0.620	0.50	0.461	0.461	0.50	0.693	0.462
0.75	0.360	0.720	0.75	0.517	0.517	0.75	0.847	0.565
1.00	0.390	0.780	1.00	0.572	0.572	1.00	0.968	0.646
1.25	0.410	0.820	1.25	0.627	0.627	1.25	1.056	0.704
1.50	0.420	0.840	1.50	0.660	0.660	1.50	1.156	0.770
1.75	0.430	0.860	1.75	0.693	0.693	1.75	1.211	0.807
2.00	0.440	0.880	2.00	0.726	0.726	2.00	1.244	0.829
2.50	0.440	0.880	2.50	0.781	0.781	2.50	1.288	0.859
3.00	0.450	0.900	3.00	0.814	0.814	3.00	1.288	0.859
3.50	0.450	0.900	3.50	0.847	0.847	3.50	1.288	0.859
4.00	0.450	0.900	4.00	0.847	0.847	4.00	1.288	0.859
4.50	0.450	0.900	4.50	0.847	0.847	4.50	1.288	0.859
5.00	0.450	0.900	5.00	0.847	0.847	5.00	1.288	0.859
5.50	0.450	0.900	5.50	0.847	0.847	5.50	1.288	0.859
6.00	0.450	0.900	6.00	0.847	0.847	6.00	1.288	0.859
6.50	0.450	0.900	6.50	0.847	0.847	6.50	1.288	0.859
7.00	0.450	0.900	7.00	0.847	0.847	7.00	1.288	0.859
7.50	0.450	0.900	7.50	0.847	0.847	7.50	1.288	0.859
8.00	0.450	0.900	8.00	0.847	0.847	8.00	1.288	0.859
8.50	0.450	0.900	8.50	0.847	0.847	8.50	1.288	0.859
9.00	0.450	0.900	9.00	0.847	0.847	9.00	1.288	0.859
9.50	0.450	0.900	9.50	0.847	0.847	9.50	1.288	0.859
10.00	0.450	0.900	10.00	0.847	0.847	10.00	1.288	0.859
11.00	0.450	0.900	11.00	0.847	0.847	11.00	1.288	0.859
12.00	0.450	0.900	12.00	0.847	0.847	12.00	1.288	0.859

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

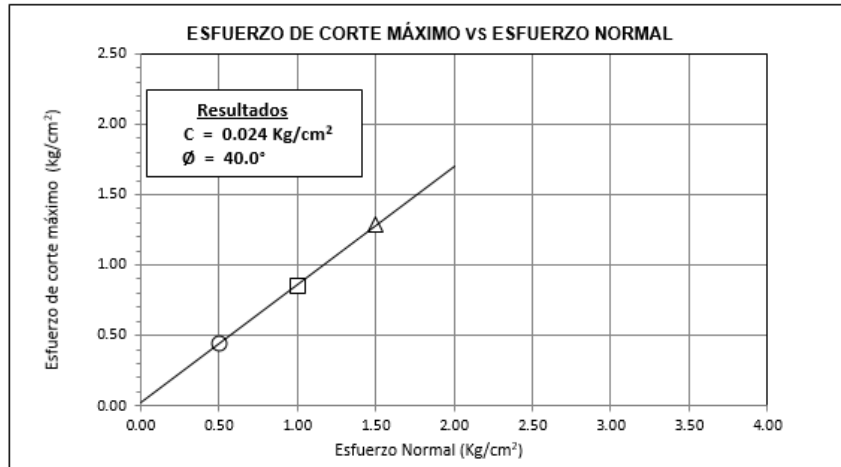
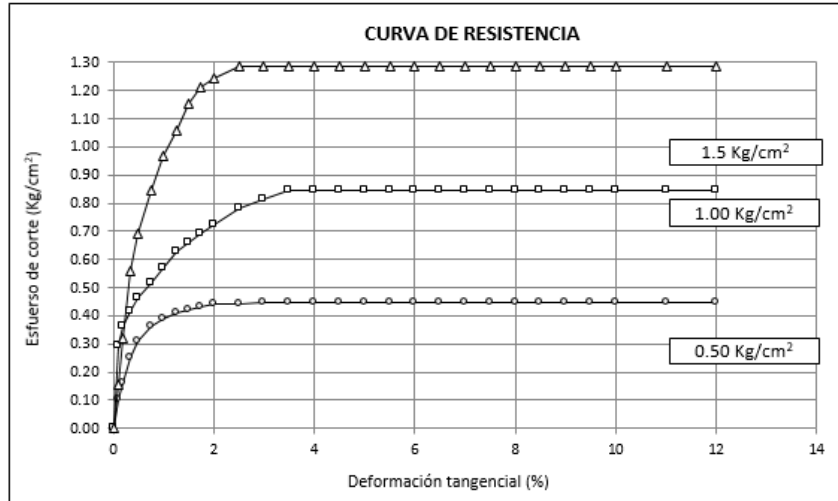
ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO.
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO
DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE,
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO

UBICACIÓN : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de
Lambayeque.

CALICATA C - 2

MUESTRA 2

Profundidad : 0.70 a 3.00 m





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE
CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS USAT

CAPACIDAD PORTANTE

Tesista : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO
Tesis : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA
EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE,
UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
Ubicación : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de
Lambayeque.

Ensayo de Corte Directo :

CIMENTACION CONTINUA

CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga límite en Tm/m^2

C = Cohesión del suelo en Tm/m^2

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m^3

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c , N'_q , N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

ϕ =	40 °
C =	0.024
Y =	0.870
Df =	1.5
B =	2.00
N_c =	34.87
N_q =	20.50
N_y =	17.11

$$q_d = 47.22 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 4.72 \text{ Kg/cm}^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 1.57 \text{ Kg/cm}^2$$



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS
USAT

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 TESIS: DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata: C-3 Nivel Freatico: 1.10m
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0.00	A CIELO ABIERTO	3.33%		SC	A-4 (2)	M-1. Arena arcillosa de baja plasticidad, de color marrón claro, con índice de plasticidad = 9.7%, con presencia de sales de 500 ppm
0.50		3.18%		SC-SM	A-2-4 (0)	M-2. Arena limo arcillosa, de baja plasticidad, semi compacta, de color amarillento, con presencia de piedras sub angulares de Ø>2" y balonería de gran tamaño mayor a Ø>8", con presencia de sales de 500 ppm.
2.50						

Observaciones:

M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra PG = Piedra Grande

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
: N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
: N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

ENSAYO₃ : Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo
: N.T.P. 339.127

ENSAYO₄ : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.
: NTP 339.152 / USBR E - 8

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : GIORGIO NASSI MIRENGHI

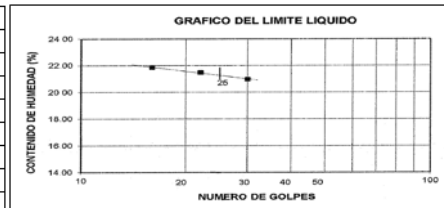
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D

UBICACIÓN : DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CALICATA : 3
MUESTRA : M - 1

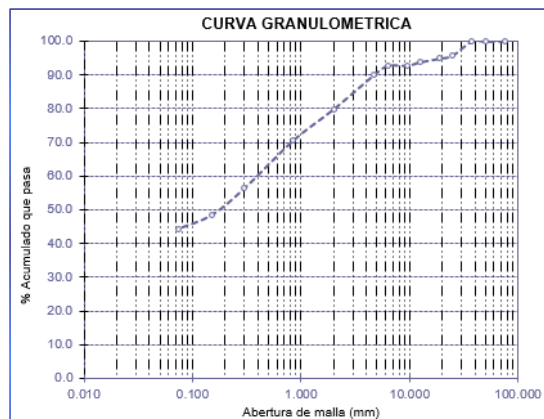
CORDENADAS E: 652420 N: 9320066
PROFUNDIDAD : 0.00 m a 0.50 m

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	4.2	95.8
3/4"	19.00	5.1	94.9
1/2"	12.50	6.2	93.8
3/8"	9.50	7.2	92.8
1/4"	6.30	7.2	92.8
Nº4	4.75	9.9	90.1
Nº10	2.00	20.2	79.8
Nº20	0.850	29.4	70.6
Nº50	0.3	43.7	56.3
Nº100	0.150	51.6	48.4
Nº200	0.075	55.6	44.4



Límite líquido	%	21.2
Límite plástico	%	11.5
Índice de plasticidad	%	9.7
Clasificación SUCS		SC
Clasificación AASHTO		A-4 [2]

Denominación : Arena arcillosa



Determinar el contenido de humedad de un suelo

Humedad 3.33

contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

Sales 0.05

ENSAYO₁ : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
: N.T.P. 339.128 ASTM D - 422

ENSAYO₂ : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido. Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
: N.T.P. 339.129 ASTM D - 4318

ENSAYO₃ : Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo
: N.T.P. 339.127

ENSAYO₄ : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.
: NTP 339.152 / USBR E - 8

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : GIORGIO NASSI MIRENGHI

TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE
CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL
MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D

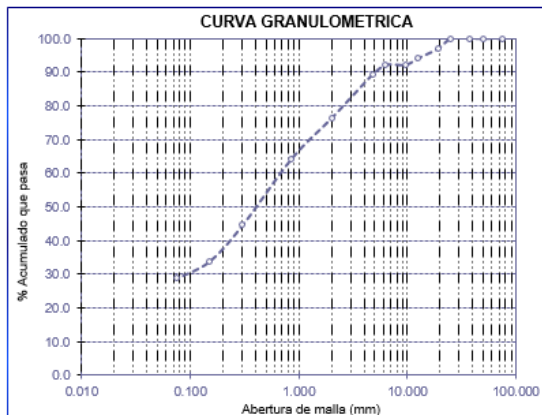
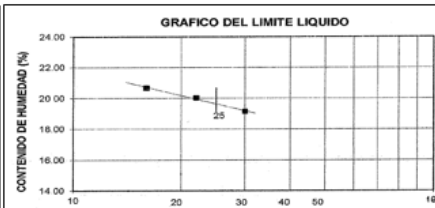
UBICACIÓN : DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

CALICATA : 3
MUESTRA : M - 2

CORDENADAS E: 652420 N: 9320066
PROFUNDIDAD : 0.50 m a 2.50 m

Mallas		% Acumulado	
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa
3"	75.00	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	3.0	97.0
1/2"	12.50	5.8	94.2
3/8"	9.50	7.8	92.2
1/4"	6.30	7.8	92.2
Nº4	4.75	10.6	89.4
Nº10	2.00	23.5	76.5
Nº20	0.850	35.6	64.4
Nº50	0.3	55.3	44.7
Nº100	0.150	66.1	33.9
Nº200	0.075	71.1	28.9

Límite líquido	%	19.6
Límite plástico	%	13.4
Índice de plasticidad	%	6.3
Clasificación SUCS		SC-SM
Clasificación AASHTO		A-2-4 (0)
Denominación :	Arena limo arcillosa	



Determinar el contenido de humedad de un suelo

Humedad 3.18

contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

Sales 0.05

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTMD 3080

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO.
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
UBICACIÓN : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque.

CALICATA C - 3

MUESTRA

2

Profundidad : 0.50 a 2.50 m

ESPECIMEN Nº	DENSIDAD REMOLDEADA g/ cm ³	DENSIDAD SECA g/ cm ³	ESFUERZO NORMAL kg/ cm ²	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/ cm ²
Nº 01	1.683	1.571	0.50	7.11	28.85	0.439
Nº 02	1.680	1.567	1.00	7.23	29.15	0.730
Nº 03	1.872	1.750	1.50	6.93	38.19	0.999

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm ²)	ESFUERZO NORMALIZ. (Kg/Cm ²)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.087	0.174	0.10	0.180	0.180	0.10	0.300	0.200
0.20	0.142	0.284	0.20	0.220	0.220	0.20	0.380	0.253
0.35	0.230	0.460	0.35	0.260	0.260	0.35	0.480	0.320
0.50	0.296	0.592	0.50	0.320	0.320	0.50	0.533	0.355
0.75	0.329	0.659	0.75	0.390	0.390	0.75	0.690	0.460
1.00	0.362	0.725	1.00	0.490	0.490	1.00	0.770	0.513
1.25	0.384	0.769	1.25	0.540	0.540	1.25	0.810	0.540
1.50	0.406	0.813	1.50	0.560	0.560	1.50	0.880	0.587
1.75	0.417	0.835	1.75	0.590	0.590	1.75	0.919	0.613
2.00	0.428	0.857	2.00	0.620	0.620	2.00	0.958	0.639
2.50	0.439	0.879	2.50	0.660	0.660	2.50	0.985	0.657
3.00	0.439	0.879	3.00	0.700	0.700	3.00	0.999	0.666
3.50	0.439	0.879	3.50	0.720	0.720	3.50	0.999	0.666
4.00	0.439	0.879	4.00	0.730	0.730	4.00	0.999	0.666
4.50	0.439	0.879	4.50	0.730	0.730	4.50	0.999	0.666
5.00	0.439	0.879	5.00	0.730	0.730	5.00	0.999	0.666
5.50	0.439	0.879	5.50	0.730	0.730	5.50	0.999	0.666
6.00	0.439	0.879	6.00	0.730	0.730	6.00	0.999	0.666
6.50	0.439	0.879	6.50	0.730	0.730	6.50	0.999	0.666
7.00	0.439	0.879	7.00	0.730	0.730	7.00	0.999	0.666
7.50	0.439	0.879	7.50	0.730	0.730	7.50	0.999	0.666
8.00	0.439	0.879	8.00	0.730	0.730	8.00	0.999	0.666
8.50	0.439	0.879	8.50	0.730	0.730	8.50	0.999	0.666
9.00	0.439	0.879	9.00	0.730	0.730	9.00	0.999	0.666
9.50	0.439	0.879	9.50	0.730	0.730	9.50	0.999	0.666
10.00	0.439	0.879	10.00	0.730	0.730	10.00	0.999	0.666
11.00	0.439	0.879	11.00	0.730	0.730	11.00	0.999	0.666
12.00	0.439	0.879	12.00	0.730	0.730	12.00	0.999	0.666

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO.

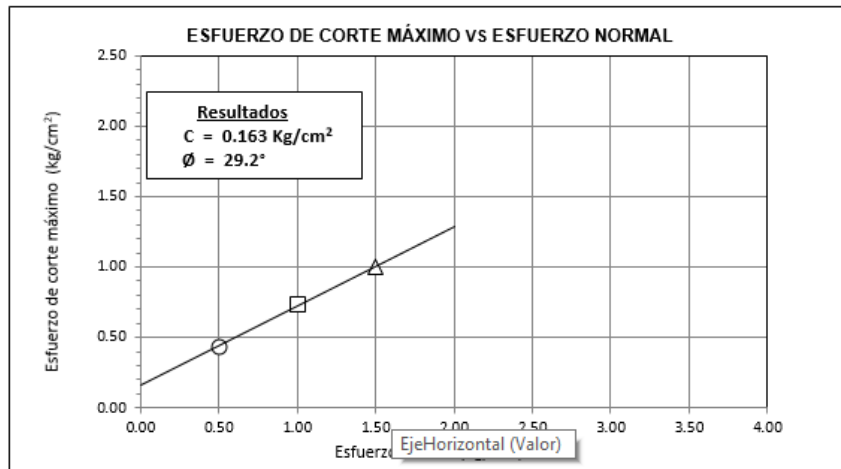
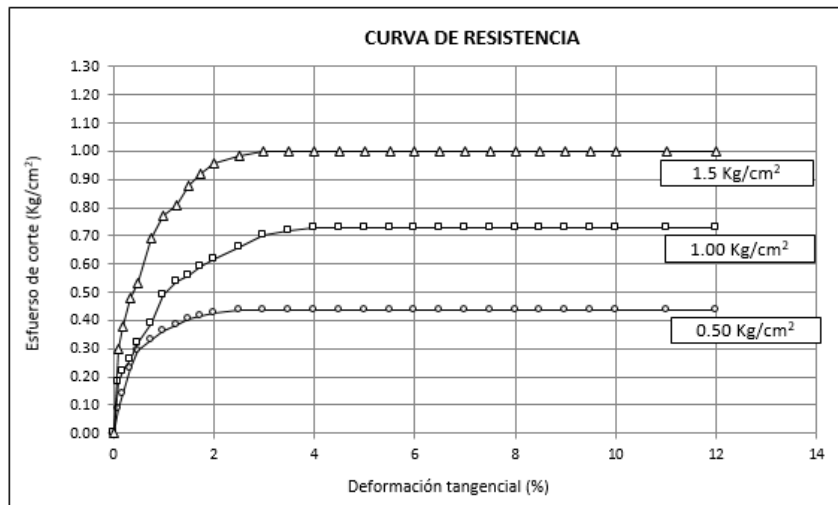
TESIS : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL
DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D

UBICACIÓN : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque.

CALICATA C - 3

MUESTRA 2

Profundidad : 0.50 a 2.50 m



CAPACIDAD PORTANTE

Tesista : NASSI MIRENGHI GIORGIO RENATTO
 Tesis : DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA
 EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE
 LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE,
 UTILIZANDO EL MODELO NUMERICO TELEMAT - 2D
 Ubicación : Distrito de Chóchope, Provincia de Lambayeque, Departamento de
 Lambayeque.

Ensayo de Corte Directo :

CIMENTACION CONTINUA

**CAPACIDAD PORTANTE
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c N'_q, N'_y = Factores de carga obtenidas del gráfico

DATOS:

Ø =	29.2
C =	0.163
Y =	0.750
Df =	1.5
B =	2.00
N _c =	18.21
N _q =	7.79
N _y =	3.93

$$q_d = 31.5 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 3.15 \text{ Kg/cm}^2$$

* **Factor de seguridad (FS=3)**

PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 1.05 \text{ Kg/cm}^2$$

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La exploración de las calicatas nos muestra que la zona en estudio presenta como terreno natural, según clasificación SUCS, (SP-SM) Arena pobremente graduada con limo y grava con presencia de piedras sub angulares de $\varnothing > 2''$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8''$, (GP) Grava pobremente graduada con arena con presencia de piedras sub angulares y canto rodado mayor a $\varnothing > 8''$ producto del basamento rocoso del sector, considerados como suelos ligeramente mejorados capaces de soportar las cargas de desplante, exploradas hasta la profundidad máxima de 3.00m; y (SC-SM) Arena limo arcillosa, de baja plasticidad, semi compacta, de color amarillento, con presencia de piedras sub angulares de $\varnothing > 2''$ y bolonería de gran tamaño mayor a $\varnothing > 8''$, explorada hasta la profundidad de 2.50m.
- De acuerdo con la nueva norma Técnica de Edificación E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los análisis sismorresistente, los siguientes parámetros:

FACTOR	VALOR	OBSERVACIONES
Factor de zona (Z)	0.4	Pertenece a la zona 4 del
Factor de Uso (U)	1.5	Mapa de Zonificación del
Factor de Suelo (S)	1.2	Perú clasificado como
Periodo de vibración del suelo (Tp)	0.6	intermedios suelos tipo S2

- El nivel de cimentación a adoptar para la construcción de las obras hidráulicas será de 1.50m, referido al nivel del terreno natural.
- La capacidad de carga de las muestras obtenidas de las calicatas es de 1.54 kg/cm² para la estructura de captación y de 1.05 Kg/cm² para el canal.
- El nivel freático en la zona proyectada a captación es de 0.90m y en la zona proyectada para el canal de 1.10m bajo el nivel de terreno natural.
- Presenta baja concentración de sales solubles totales, por lo que se recomienda utilizar el cemento apropiado, por ejemplo el Tipo I a nivel de construcción de la estructura hidráulica.
- Para la ejecución de excavaciones se recomienda excavar generando un talud o colocar obligatoriamente soportes (encofrado) para sostener los taludes de las excavaciones de la cimentación, los que pueden causar daños a los trabajadores que van a realizar la excavación y de esa forma evitar pérdidas humanas.

ANEXO 03:
ESTUDIO HIDROLÓGICO

ÍNDICE

- 1.0 ASPECTOS GENERALES
- 2.0 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA ZONA
- 3.0 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA
- 4.0 PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS CUENCAS DE RECEPCIÓN
- 5.0 ANÁLISIS DE LA OFERTA
- 6.0 CAUDAL ECOLÓGICO
- 7.0 DETERMINACIÓN LAS MÁXIMAS AVENIDAS
- 8.0 DEMANADA DE AGUA
- 9.0 TRANSPORTE DE SEDIMENTO
- 10.0 BALANCE HÍDRICO
- 11.0 CALIDAD DEL AGUA
- 12.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO I

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Chóchope se encuentra ubicada al norte del Perú, en el departamento de Lambayeque, siendo la principal actividad económica de la cuenca la agricultura. El crecimiento de la actividad económica en la cuenca así como el incremento de la población ha contribuido al incremento de la demanda del agua y por ende es de vital importancia conocer en la actualidad la disponibilidad del agua en la cuenca.

En la cuenca del río Chóchope existen una serie de Tomas rústicas de las cuales los lugareños hacen uso del recurso hídrico para su cultivo, se pueden obtener mejores campañas si se utiliza la tecnología adecuada.

La Comisión de Regantes de Chóchope que pertenece a la Junta de Usuarios del Valle Motupe y a la Administración local de Agua Motupe – Olmos – La Leche, es la entidad encargada de administrar y promover la gestión integral del agua en la cuenca del río Chóchope. Surgida la necesidad de conocer actualmente cual es la disponibilidad del agua en esta cuenca se llevó a cabo el presente estudio para la elaboración del DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMÉRICO TELEMAT – 2D.

La información obtenida del presente estudio permitirá obtener información sobre el volumen de agua en cada mes, lo cual permitirá una adecuada planificación y gestión del agua en la cuenca.

1.2. ANTECEDENTES

En el Perú desde la década de los años 60, se han iniciado estudios hidrológicos para la evaluación y cuantificación de los recursos hídricos en cuencas de mayor y menor importancia para el desarrollo agropecuario de nuestro país.

Los agricultores del Sector de Riego Chóchope hacen uso del recurso hídrico de la sub cuenca del Rio Chóchope, para lo cual están organizados en la Comisión de Regantes de Chóchope que pertenece a la Junta de Usuarios del Valle Motupe y a la Administración Local de Agua Motupe Olmos La Leche.

Las Instituciones, Organizaciones y agricultores desde la década del 80 vienen solicitando sistemas de captación las cuales permitan aprovechar sus terrenos aptos para el cultivo.

Asimismo la Municipalidad Distrital de Chóchope junto con la Comisión de Regantes de Chóchope autorizaron realizar estos estudios los cuales son convenientes para lograr el desarrollo integral de Chóchope.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la demanda del recurso hídrico en la cuenca del río Chóchope es cada vez mayor. La principal consecuencia de este incremento en la demanda, es

la escasez del agua principalmente en las épocas de estiaje; la cual a su vez genera conflictos entre los usuarios de la cuenca y problemas en la eficiente distribución del recurso hídrico. He aquí que surge la necesidad de conocer y cuantificar los recursos hídricos en la cuenca del río Chóchope.

El presente estudio evaluó las condiciones hidrológicas y meteorológicas de la cuenca del río Chóchope, con el fin de conocer su comportamiento y caracterizar cada una de las variables del ciclo hidrológico. Una vez realizado este proceso, se determinará el Balance Hídrico de la cuenca, que nos permitirá conocer la disponibilidad del recurso hídrico durante todos los meses del año.

Dicho balance, nos permitirá conocer y planificar un adecuado manejo a nivel espacial y temporal del agua superficial, así como en qué forma y medida es actualmente usada.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Obtener balance hídrico a partir de la oferta y la demanda para verificar la disponibilidad hídrica de la cuenca.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Delimitar de la cuenca y realizar el estudio de sus características.
- Obtener caudales de diseño y caudales mensuales en el punto de toma de agua.
- Realizar el balance hídrico.

CAPÍTULO II

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

2.1. UBICACIÓN

El proyecto DISEÑO Y MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO DEL DISTRITO DE CHÓCHOPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, UTILIZANDO EL MODELO NUMÉRICO TELEMAC-2D se encuentra ubicado política, hidrográfica y geográficamente según se describe a continuación:

Ubicación Política

- Distrito : Chóchope
- Provincia : Lambayeque
- Departamento : Lambayeque

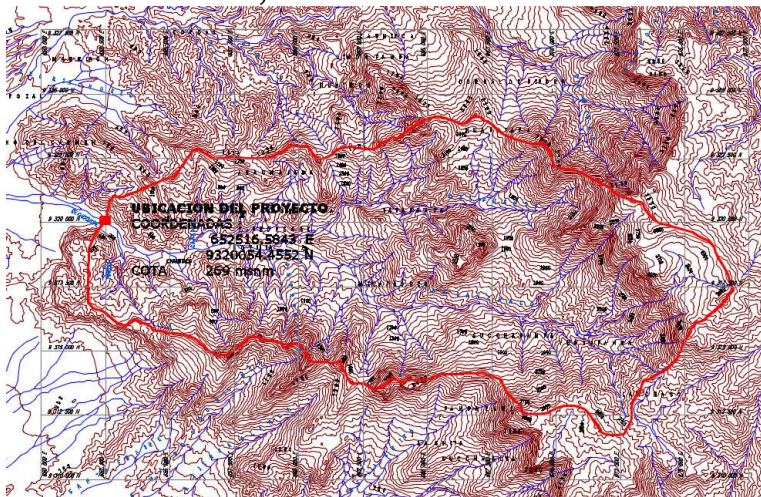
Localización Hidrográfica

- Hoya : Océano Pacífico
- Cuenca : Río Motupe (parte alta)

Coordenadas Geográficas

El río Chóchope corresponde a la sub cuenca Chóchope – Penachí-Lanchaco (Sub Cuenca N°3), la misma que se encuentra ubicada geográficamente entre los paralelos 5°58'06" y 6°24'06" de Latitud Sur y entre los meridianos 79°23'03" y 79°49'42" de longitud Oeste.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°2.1: Delimitación de la cuenca.



Fuente: elaboración propia.

2.2. ACCESO

La infraestructura vial en el área de estudio, está constituida por dos (02) redes fundamentales, ambas asfaltadas:

La red primaria que permite que el valle esté conectado por el norte con el departamento de Piura y por el sur con la provincia de Chiclayo, mediante la antigua Panamericana Norte. La red secundaria que permite interconectarse con el distrito de Chóchope.

CAPÍTULO III

3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA

3.1. METEOROLOGÍA

3.1.1. RED METEOROLÓGICA

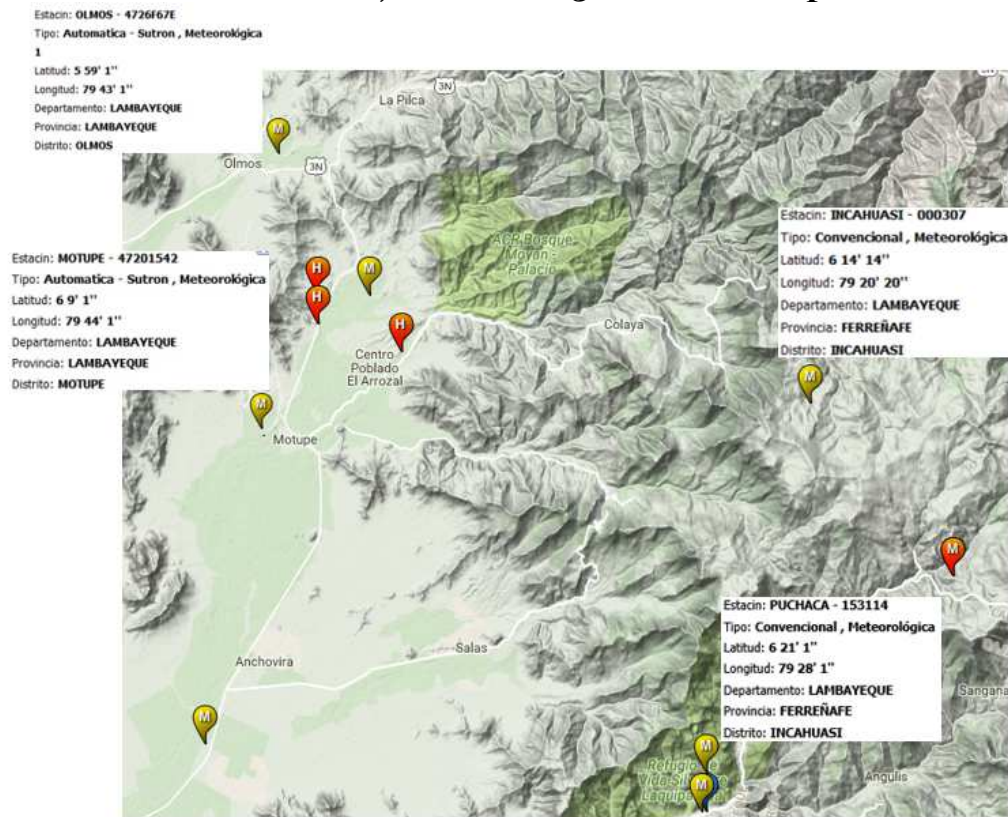
La zona de estudio está conformada por la red meteorológica de recubrimiento del mismo, está formado por cuatro (04) estaciones tal como se observa en el Cuadro N° 3.1

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.1: Estaciones pluviométricas utilizadas para el cálculo.

N°	ESTACIÓN NOMBRE	CUENCA	SUB CUENCA	COORDENADAS		ALTITUD (m)	PERIODO DE REGISTROS
				Longitud	Latitud		
1	CUADRADO - MOTUPE	Motupe	Motupe	79° 44' W	6° 09' S	147	1965 - 2012
2	OLMOS	Olmos	Olmos	79° 43' W	5° 59' S	182	1965 - 2012
3	PUCHACA	La Leche	La Leche	79° 29' W	6° 23' S	400	1965 - 2012
4	INCAHUASI	La Leche	La Leche	79° 19' W	6° 14' S	3100	1965 - 2012

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°3.1: Estaciones pluviométricas



Fuente: SENAMHI.

Las estaciones pluviométricas son las estaciones meteorológicas constituidas por un pluviómetro a fin de hacer las mediciones de lluvia.

Estas estaciones climatológicas ordinarias además de estar constituidas por un pluviómetro que mide las precipitaciones, determina las temperaturas máximas

y mínimas, evaporación, velocidad del viento, humedad relativa, horas de sol, etc. Las estaciones pluviométricas son las estaciones meteorológicas constituidas por un pluviómetro a fin de hacer las mediciones de lluvia.

3.1.2. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

3.1.2.1. PRECIPITACIÓN

La precipitación, dependiendo de las condiciones meteorológicas existentes, puede presentarse en diversas formas. Así tenemos lluvia, nieve, granizo, neblina, etc. Para el ingeniero es muy importante porque se puede determinar los almacenamientos de agua, descarga de los ríos y escurrimiento superficial.

Se ha utilizado para las cuatro (04) estaciones consideradas en la red meteorológica del Proyecto la precipitación mensual, máxima en 24 horas, temperatura y humedad relativa empleándose el método de Lutz Shotz para la determinación de caudales mensuales y para la máxima avenida se realizó la simulación hidrológica en el programa HEC HMS.

Precipitaciones medias generadas en la cuenca

Las estaciones pluviométricas existentes Incahuasi, Olmos, Puchaca son vecinas a la cuenca de recepción de la bocatoma en el río Chóchope, para encontrar una estación representativa se procedió a realizar a encontrar la precipitación media mediante el método de Thiessen.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.2: Precipitaciones medias de las Estaciones Pluviométricas

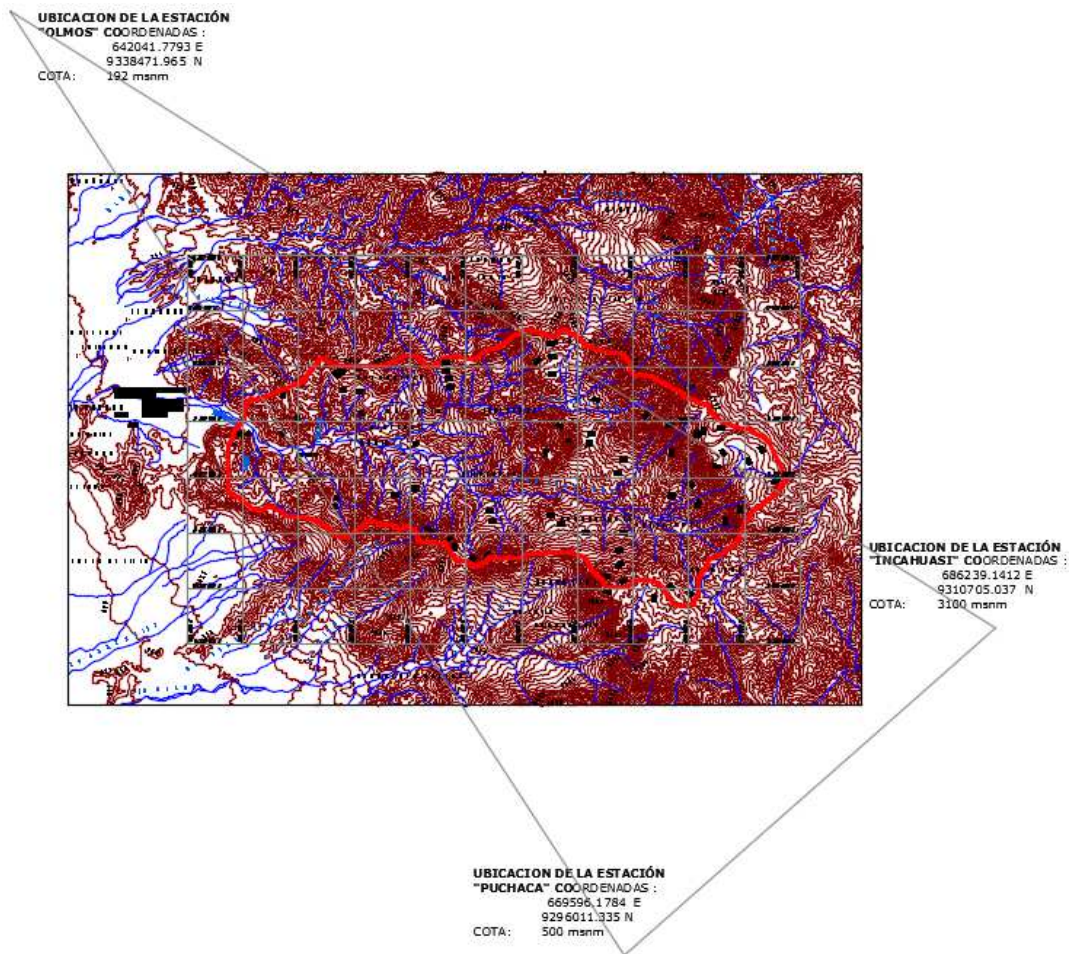
ESTACIONES			MES										
N°	NOMBRE	PERIODO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Dic
1	INCAHUASI	1965-2012	51.21	85.17	110.28	75.05	27.57	11.69	7.25	8.34	22.55	48.12	37.84
2	OLMOS	1965-2011	25.57	60.19	117.68	46.09	11.70	2.15	0.83	0.12	1.03	3.81	6.47
3	PUCHACA	1965-2012	37.30	71.31	121.53	41.44	9.92	1.55	0.36	0.94	2.06	8.16	7.28

Fuente: Elaboración propia.

Áreas del triángulo de Thiessen

Estación Incahuasi :	96576627.17 m ²
Estación Olmos :	40767003.07 m ²
Estación Puchaca :	53692343.04 m ²

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°3.2: Estaciones Pluviométricas cercanas a la cuenca de Chóchope.



Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.3

PRECIPITACION MENSUAL MEDIA GENERADA

ESTACION :
PARAMETRO : PRECIPITACION MENSUAL (mm)
UBICACIÓN:

LAT.:
LONG.:
ALT.:

DEP.: LAMBAYEQUE
PROV.: LAMBAYEQUE
DIST.: CHÓCHOPE

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1965	SD	40.09	147.37	133.71	23.03	3.03	7.08	4.04	60.07	28.10	55.16	29.96
1966	27.24	20.73	60.79	24.83	18.99	2.02	2.53	5.34	17.82	49.03	24.93	7.08
1967	75.56	88.52	55.92	21.32	4.38	2.02	17.36	5.17	5.06	11.42	9.61	20.12
1968	5.14	7.13	21.23	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
1969	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	11.91	34.35	24.93
1970	42.98	22.88	47.58	22.65	41.28	7.83	0.51	5.14	20.35	58.08	33.97	26.06
1971	27.25	53.59	352.73	48.26	34.21	11.63	0.51	5.34	10.90	39.86	SD	SD
1972	SD	SD	SD	SD	SD	SD	8.37	4.61	7.78	1.35	64.06	28.03
1973	SD	88.77	78.34	117.85	14.21	11.95	9.89	20.00	34.37	24.84	14.03	18.20
1974	24.88	85.42	30.73	18.43	4.44	23.64	21.23	20.76	SD	SD	27.13	28.31
1975	20.28	90.40	185.44	50.94	12.30	14.31	1.72	16.66	10.04	85.09	26.01	1.01
1976	106.97	72.19	33.20	31.15	14.78	5.81	1.52	0.00	1.01	5.56	7.33	8.59
1977	30.28	49.69	122.53	31.65	4.80	9.35	0.00	0.00	8.37	4.94	9.86	7.08
1978	9.61	16.58	99.22	17.95	23.76	3.79	8.09	4.55	9.61	6.82	14.18	13.14
1979	36.60	20.50	104.85	23.57	14.16	3.29	0.25	13.65	19.44	5.56	3.79	2.53
1980	11.94	16.26	35.62	31.12	10.62	0.00	1.77	0.00	0.00	58.58	SD	13.14
1981	5.31	66.02	107.88	24.86	3.54	8.09	2.78	1.77	0.00	18.37	20.25	24.77
1982	21.42	19.07	10.42	58.65	8.71	1.52	0.00	0.00	9.21	25.79	21.54	91.38
1983	170.10	69.61	325.17	325.47	175.44	23.30	0.00	0.00	0.25	31.38	1.77	13.05
1984	7.50	185.03	81.55	25.12	14.58	10.87	4.30	0.00	0.00	30.57	4.04	6.24
1985	3.29	2.13	19.46	0.00	17.28	0.00	0.00	0.00	5.56	23.54	0.00	9.75
1986	6.83	18.71	30.84	91.62	7.08	0.00	5.56	9.24	4.04	11.29	20.70	26.23
1987	45.74	38.36	96.55	56.58	3.54	0.00	0.00	1.52	8.09	6.46	4.11	7.58
1988	44.88	33.45	17.69	68.08	21.74	0.51	0.00	0.00	11.63	17.69	49.98	11.06
1989	29.79	91.17	163.59	29.92	14.20	17.64	0.00	1.52	11.63	31.25	1.52	0.00
1990	12.13	25.06	40.13	25.85	15.23	15.67	6.07	0.00	0.51	60.23	40.68	12.10
1991	7.58	39.99	15.98	18.16	1.01	0.00	0.00	0.00	2.53	1.52	8.17	14.77
1992	10.37	15.60	74.06	86.19	6.22	3.03	0.00	1.52	13.79	10.00	23.59	27.07
1993	14.86	106.62	234.65	59.38	23.83	4.04	6.74	5.65	15.62	49.11	18.05	27.60
1994	45.84	68.22	126.07	50.64	8.11	5.65	1.01	2.53	15.18	8.43	25.38	18.44
1995	43.70	65.94	34.70	22.04	13.68	1.01	9.91	1.08	4.61	14.04	23.93	66.84
1996	9.00	30.97	80.99	29.33	6.21	8.65	0.00	5.30	0.08	37.27	6.12	2.02
1997	14.03	44.52	33.17	40.70	4.76	1.99	0.00	1.66	3.88	13.72	26.45	77.64
1998	281.34	404.41	475.66	176.53	73.78	4.09	1.71	2.21	16.44	27.84	10.05	9.72
1999	36.76	257.09	34.29	58.20	41.27	8.33	0.96	11.95	12.98	8.37	17.52	14.78
2000	40.67	82.81	196.01	78.49	29.67	19.08	1.42	8.23	30.06	1.62	3.75	52.14
2001	56.70	81.37	236.26	97.52	18.54	1.19	10.68	1.06	25.15	30.36	40.45	27.25
2002	20.78	99.94	203.95	162.24	17.72	4.31	SD	0.00	SD	SD	SD	18.65
2003	49.60	67.60	41.46	14.50	22.80	16.16	3.69	0.76	7.49	7.43	18.02	45.00
2004	24.73	11.68	52.56	25.22	18.00	2.73	11.04	0.00	19.76	38.49	21.51	45.54
2005	SD	SD	SD	14.87	2.29	4.53	0.76	0.51	2.63	27.46	11.15	24.19
2006	38.48	140.49	200.16	51.49	SD	SD	9.30	1.47	1.49	11.18	46.48	14.19
2007	23.76	27.75	90.76	36.40	17.94	1.57	2.02	9.40	0.91	66.95	52.67	17.67
2008	SD	249.98	213.02	119.41	15.56	13.28	8.29	9.89	17.03	49.99	24.38	3.59
2009	137.28	88.52	156.17	17.10	13.26	7.13	4.96	10.47	7.79	13.40	28.70	30.95
2010	28.59	108.62	87.83	81.43	12.62	4.55	2.02	1.57	21.30	32.65	15.84	34.88
2011	34.27	42.70	29.26	107.59	29.34	4.60	5.84	4.70	SD	SD	SD	SD
2012	82.68	160.84	165.56	69.25	13.21	4.26	0.11	2.43	5.54	65.72	41.97	24.17

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.2. TEMPERATURA

Temperatura en la cuenca

Mediante el triángulo de Thiessen y con las estaciones Incahuasi, Olmos y Puchaca se logró calcular la temperatura media mensual y anual en la cuenca.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.4: Temperatura Media Mensual y Anual.

ESTACIONES			MES											Temp.	
Nº	NOMBRE	PERIODO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media
1	INCAHUASI	2006-2012	11.04	10.89	11.41	11.51	11.60	11.36	11.19	11.67	11.80	11.73	11.57	11.21	11.42
2	PUCHACA	2003-2012	24.71	25.17	25.09	24.33	22.51	21.40	20.83	20.59	21.01	21.14	22.14	23.24	22.68
4	OLMOS	1964-1998	26.79	27.28	27.38	26.36	25.01	23.17	21.99	22.22	22.93	23.56	24.08	25.38	24.68

Fuente: SENAMHI.

Áreas del triángulo de Thiessen

Estación Incahuasi : 96576627.17 m²

Estación Olmos : 40767003.07 m²

Estación Puchaca : 53692343.04 m²

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.5: Temperatura Media Mensual y Anual generada.

Estación	Mes												Temp. Media Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
ESTACION GENERADA	18.24	18.40	18.66	18.28	17.53	16.70	16.20	16.43	16.76	16.90	17.21	17.62	17.41

Fuente: Elaboración Propia.

La temperatura media mensual, fluctúa entre 16.20°C (Julio) a 18.4°C (Febrero), en tanto, la temperatura media anual de la zona en estudio es de 17.41°C.

Temperatura media zona de riego

Esta información de la temperatura media para las zonas de cultivo servirá para el cálculo de la demanda de agua para la cedula de cultivo.

Se ha utilizado para el cálculo de la temperatura media mensual y anual de la estación El cuadrado – Motupe.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.6: Datos Históricos de Temperatura Mensual.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL EN °C													
ESTACION : CUADRADO (MOTUPE)													
REGISTRO HISTORICO - PERIODO : 1965 - 1998													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1965	26.40	27.30	26.60	25.50	25.10	23.50	22.90	22.40	22.90	23.40	23.40	25.50	
1966	26.80	26.90	27.10	26.70	24.60	21.90	20.90	21.40	22.50	23.00	23.00	24.20	
1967	23.90	26.80	27.40	27.40	25.30	20.90	20.40	21.10	21.40	22.50	22.00	23.90	
1968	26.30	27.10	27.00	25.10	22.40	20.80	21.20	22.20	23.00	22.50	23.10	25.10	
1969	26.80	27.80	28.00	27.00	26.30	24.60	22.00	22.60	23.10	23.40	24.40	25.70	
1970	26.80	27.30	27.70	27.20	24.00	22.70	20.30	21.00	22.40	22.90	22.80	24.90	
1971	25.70	26.70	26.20	24.70	23.10	22.40	21.70	21.60	22.00	22.80	23.40	24.90	
1972	26.70	28.00	27.20	25.80	25.10	24.50	23.70	23.90	23.20	24.10	25.00	26.40	
1973	27.50	28.00	27.80	26.00	24.70	22.20	21.10	20.90	22.30	22.30	23.10	23.80	
1974	26.00	27.20	27.30	26.40	24.80	22.90	21.50	21.90	22.20	23.10	21.20	25.10	
1975	26.20	27.00	26.20	25.50	24.10	22.40	21.30	21.40	21.70	23.00	22.80	24.40	
1976	26.40	27.40	27.70	26.90	25.60	24.80	23.40	23.30	23.60	23.80	25.00	26.40	
1977	27.40	27.80	27.20	27.00	23.30	23.80	22.20	21.90	23.00	21.20	23.70	25.90	
1978	26.40	27.10	27.50	25.80	24.80	22.50	22.40	21.40	22.80	23.10	24.90	26.00	
1979	27.40	28.20	27.80	27.10	24.90	22.70	22.50	22.50	22.90	23.00	23.30	25.30	
1980	26.90	27.70	27.90	27.90	25.60	23.20	22.10	21.70	22.20	23.30	23.80	25.30	
1981	26.10	27.30	27.00	25.80	23.60	22.00	20.50	20.90	21.90	23.20	22.80	24.30	
1982	26.10	27.30	27.30	25.60	24.90	22.80	22.10	22.00	23.40	24.40	25.40	26.90	
1983	27.80	27.30	27.60	27.10	27.00	26.10							
1984													
1985													
1986	26.50	27.60	26.70	26.10	23.50	20.50	20.00	21.60	21.60	22.20	23.30	25.00	23.70
1987	27.10	27.70	27.60	26.80	24.40	22.40	22.10	22.50	22.70	22.70	23.60	25.00	24.60
1988	26.20	27.20	26.50	26.00	23.90	20.20	19.80	20.40	20.90	21.80	23.60	24.00	23.40
1989	25.90	26.50	27.00	25.00	22.00	21.40	19.80	21.20	21.70	23.00	22.70	23.80	23.30
1990	26.00	26.80	27.40	26.10	24.10	22.30	26.00	21.10	24.20	22.40	23.40	24.40	24.50
1991	26.00			25.00	22.60	20.70	20.10				23.50	25.50	
1992	26.70	27.70	28.20	27.50	26.10	23.00	21.00	21.80	22.50	23.50	24.10	24.20	24.70
1993	26.10		26.70	17.70	24.70	23.30	22.60	22.50	23.50	24.00	23.70		
1994	26.30	27.10	26.70	25.40	24.30	22.10	20.50	20.80	22.30	22.90	23.80	25.90	24.00
1995	27.10	26.90	27.50	25.60	24.20	22.50	21.30	21.50	22.40	22.50	23.90	24.50	24.20
1996	26.00	27.40	27.00	25.10	23.20	21.00	20.10	20.90	21.60	22.50	22.30	24.40	23.50
1997	25.90	27.70	28.00	26.70	26.50	25.90	25.00	24.80	26.20	25.70	26.20	27.20	26.30
1998	28.10	28.10		26.65		23.25	22.20	21.20	21.95				
MEDIA	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	24.35
DES.STD	0.76	0.44	0.53	1.74	1.14	1.40	1.45	0.99	1.00	0.85	1.03	0.93	1.02
MAXIMA	28.10	28.20	28.20	27.90	27.00	26.10	26.00	24.80	26.20	25.70	26.20	27.20	26.80
MINIMA	23.90	26.50	26.20	17.70	22.00	20.20	19.80	20.10	20.90	21.20	21.20	23.80	21.96

NOTA : * Espacios Libres sin Datos
 * Datos fueron proporcionados por SENAMHI-LAMBAYEQUE

Fuente: SENAMHI.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.7: Temperatura Media Mensual y Anual.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL EN °C													
ESTACION : CUADRADO (MOTUPE)													
REGISTRO HISTORICO - PERIODO : 1965 - 1998													
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MEDIA	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	24.35

Fuente: SENAMHI.

La temperatura media mensual, fluctúa entre 21.72°C (Julio) a 27.36°C (Febrero), en tanto, la temperatura media anual de la zona en estudio es de 24.35°C.

3.1.2.3. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es una variable meteorológica de comportamiento localizado, porque depende de otros factores meteorológicos que se combinan para dar origen a la humedad relativa. Los factores que intervienen para expresar la humedad atmosférica, son tensión de vapor real y temperatura; a la relación entre las tensiones expresada en porcentaje se le conoce con el nombre de humedad relativa. La humedad atmosférica depende de la temperatura del aire, de la evaporación, de la velocidad del viento, etc.

Humedad relativa de la cuenca

Mediante el triángulo de Thiessen y con las estaciones Incahuasi, Olmos y Puchaca se logró calcular la humedad relativa mensual y anual en la cuenca.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.8: Datos Históricos Humedad Relativa, Estación El cuadrado - Motupe.

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL Y ANUAL EN %													
ESTACION : CUADRADO MOTUPE													
REGISTRO HISTORICO - PERIODO : 1965 - 1998													
ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1965	64.00	61.00	74.00	78.00	71.00	70.00	69.00	69.00	69.00	66.00	68.00	65.00	68.67
1966	66.00	64.00	65.00	61.00	69.00	72.00	73.00	74.00	75.00	74.00	68.00	66.00	68.92
1967	68.00	72.00	64.00	62.00	67.00	74.00	77.00	73.00	70.00	70.00	70.00	69.00	69.67
1968	65.00	65.00	63.00	68.00	67.00	70.00	71.00	70.00	69.00	70.00	68.00	67.00	67.75
1969	66.00	77.00	78.00	78.00	79.00	78.00	80.00	77.00	75.00	73.00	75.00	73.00	75.75
1970	74.00	71.00	72.00	70.00	74.00	76.00	79.00	77.00	73.00	74.00	72.00	70.00	73.50
1971	71.00	71.00	78.00	81.00	77.00	78.00	77.00	77.00	72.00	74.00	74.00	72.00	75.17
1972	71.00	71.00	82.00	81.00	81.00	82.00	80.00	78.00	78.00	75.00	76.00	79.00	77.83
1973	80.00	79.00	76.00	78.00	75.00	77.00	77.00	77.00	75.00	74.00	73.00	71.00	76.00
1974	69.00	70.00	67.00	70.00	75.00	80.00	80.00	78.00	77.00	74.00	73.00	71.00	73.67
1975	71.00	73.00	82.00	79.00	77.00	78.00	78.00	78.00	75.00	77.00	82.00	73.00	76.92
1976	79.00	77.00	74.00	76.00	76.00	74.00	77.00	76.00	73.00	71.00	71.00	72.00	74.67
1977	72.00	75.00	76.00	74.00	75.00	76.00	77.00	74.00	70.00	73.00	73.00	70.00	73.75
1978	69.00	72.00	72.00	71.00	71.00	73.00	75.00	72.00	71.00	71.00	70.00	66.00	71.08
1979	67.00	66.00	73.00	69.00	72.00	73.00	77.00	79.00	75.00	70.00	71.00	67.00	71.58
1980	65.00	65.00	66.00	63.00	65.00	71.00	73.00	73.00	69.00	69.00	65.00	68.00	67.67
1981	64.00	67.00	74.00	70.00	71.00	72.00	73.00	72.00	70.00	72.00	67.00	63.00	69.58
1982	64.00	62.00	60.00	67.00	66.00	70.00	71.00	70.00	67.00	68.00	71.00	71.00	67.25
1983	77.00	81.00	82.00	85.00	83.00	82.00							81.67
1984													
1985													
1986	69.00	67.00	66.00	70.00	74.00	81.00	84.00	88.00	77.00	70.00	73.00	70.00	74.08
1987	73.00	73.00	78.00	76.00	73.00	76.00	77.00	80.00	75.00	72.00	70.00	70.00	74.42
1988	71.00	71.00	69.00	70.00	72.00	81.00	82.00	81.00	72.00	72.00	71.00	71.00	73.58
1989	65.00	69.00	68.00	73.00	78.00	78.00	77.00	74.00	71.00	69.00	69.00	65.00	71.33
1990	65.00	64.00	65.00	66.00	71.00	72.00	75.00	72.00	70.00	69.00	71.00	69.00	69.08
1991	67.00				68.00	71.00	74.00	73.00			70.00	72.00	70.71
1992	71.00	69.00	71.00	70.00	80.00	76.00	84.00	81.00	77.00	72.00	72.00	73.00	74.67
1993	65.00		76.00	75.00	80.00	78.00	79.00	78.00	71.00	73.00	72.00		74.70
1994	72.00	70.00	71.00	74.00	72.00	75.00	78.00	75.00	74.00	71.00	71.00	72.00	72.92
1995	70.00	75.00	69.00	71.00	73.00	73.00	73.00	73.00	72.00	70.00	69.00	67.00	71.25
1996	65.00	65.00	71.00	73.00	74.00	76.00	75.00	73.00	72.00	69.00	68.00	66.00	70.58
1997	64.00	63.00	66.00	72.00	71.00	74.00	73.00	73.00	73.00	70.00	74.00	81.00	71.17
1998	86.00	88.00	89.00	87.00		79.00	77.00	76.00	75.00				

Fuente: SENAMHI.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.9: Humedad Relativa Media Mensual y Anual, Estación El cuadrado - Motupe (%).

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL Y ANUAL EN %

ESTACION : CUADRADO MOTUPE
REGISTRO HISTORICO - PERIODO : 1965 - 1998

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MEDIA	69.53	70.43	72.16	72.84	73.45	75.50	76.52	75.52	72.73	71.45	71.23	69.97	72.61

Fuente: Elaboración Propia.

La humedad relativa mínima corresponde al mes de Enero y es igual a 69.53%; la humedad relativa máxima corresponde al mes de Julio e igual a 76.52%.

Humedad relativa zona de riego

Esta información de la humedad relativa media para las zonas de cultivo servirá para el cálculo de la demanda de agua para la cedula de cultivo.

Se ha utilizado la humedad relativa media mensual y anual obtenidas de las estación El cuadrado - Motupe.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.10: Humedad Relativa Media Mensual y Anual (%).

HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL Y ANUAL EN %

ESTACION : CUADRADO MOTUPE
REGISTRO HISTORICO - PERIODO : 1965 - 1998

ANOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
MEDIA	69.53	70.43	72.16	72.84	73.45	75.50	76.52	75.52	72.73	71.45	71.23	69.97	72.61

Fuente: SENAMHI.

La humedad relativa mínima corresponde al mes de Enero y es igual a 69.53%; la humedad relativa máxima corresponde al mes de Julio e igual a 76.52%.

3.1.2.4. HORAS DE SOL

Para este análisis se escogieron la estaciones más representativas como: El cuadrado – Motupe y Los Positos (Olmos).

En el cuadro N°3.11 se puede observar ambas estaciones con sus respectivas horas medias de sol media mensual y anual en horas (Hr).

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.11: Horas de Sol Media Mensual y Anual (Hr).

Estación	Período	Mes												Horas Sol Media Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Cuadrado - Motupe	1973-1982	5.30	4.20	5.00	4.60	5.70	5.50	5.20	6.10	6.40	6.70	6.50	6.50	5.64
Los Positos	1979-1997	4.20	3.20	4.20	4.30	5.40	6.10	6.80	7.00	6.90	6.60	6.40	5.10	5.52

Fuente: SENAMHI.

3.1.2.5. VIENTO

Para este análisis se escogieron la estaciones más representativas como: El cuadrado – Motupe y Los Positos (Olmos).

En el cuadro N°3.12 se puede observar ambas estaciones con sus respectivas velocidades de viento media mensual y anual en metros por segundo (m/s).

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.12: Velocidad de Viento Media Mensual y Anual (m/s).

Estación	Período	Mes												Vel. Viento Media Anual
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Cuadrado - Motupe	1985-1980	3.70	3.40	3.40	3.20	3.70	3.60	3.50	3.60	3.60	3.60	3.80	3.70	3.57
Los Positos	1986-1995	2.80	2.30	2.50	2.50	2.90	2.90	3.10	3.10	3.50	3.50	3.40	3.20	2.98

Fuente: SENAMHI.

3.1.2.6. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

La evapotranspiración potencial es un conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo. Depende de factores de orden climático (radiación, humedad del aire, viento), relativos a las plantas (cubierta vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo).

La evapotranspiración potencial se ha calculado con el método de Hargreaves en base a la temperatura y la humedad relativa calculada.

MÉTODO DE HARGREAVES

$$(mm/mes) ETP = MF(1,8Ta + 32)CH$$

Donde:

MF= factor dependiente de latitud

Ta= temperatura media mensual (°C)

CH= factor de corrección por humedad relativa usado sólo cuando HR media diaria > 64% y $CH = 0,166(100-RH)^{1/2}$

Para HR media diaria < 64% CH=1

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.13: Evapotranspiración Potencial Mensual.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424	2.329	2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89	0.89	0.91	10.42	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04	128.82	108.69	112.27	73.37	140.16	157.96	154.37	171.83	1700.20	mm/mes

Fuente: Elaboración Propia.

La evapotranspiración potencial anual corresponde a 1700.20 mm, la evapotranspiración potencial mínima corresponde al mes de Agosto y es igual 73.37 mm; la evapotranspiración potencial máxima corresponde al mes de Enero es igual a 178.99 mm.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.14: Factor Mensual de Latitud (MF) - Generada.

Latitud	Meses											
	Sur	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Oct	Nov.
6	2.447	2.205	2.363	2.117	1.98	1.82	1.976	1.103	2.226	2.422	2.317	2.442
6.156	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424	2.329	2.447
7	2.478	2.221	2.363	2.099	1.959	1.785	1.893	2.078	2.218	2.433	2.397	2.476

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.15: Factor Mensual de Latitud (MF).

No. de Orden	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	2788	2177	2354	2197	2137	1990	2091	2216	2256	2358	2254	2265
2	2317	2136	2357	2182	2108	1956	2050	2194	2251	2372	2263	2301
3	2353	2154	2360	2167	2079	1922	2026	2172	2246	2386	2290	2337
4	2385	2172	2362	2151	2050	1888	1993	2130	2240	2398	2318	2372
5	2416	2189	2363	2134	2020	1854	1960	2126	2234	2411	2345	2407
6	2447	2205	2363	2117	1980	1820	1976	1103	2226	2422	2317	2442
7	2478	2221	2363	2099	1959	1785	1893	2078	2218	2433	2397	2476
8	2508	2237	2362	2081	1927	1750	1858	2054	2210	2433	2423	2510
9	2358	2251	2360	2062	1896	1715	1824	2028	2201	2453	2448	2544
10	2567	2266	2357	2043	1864	1679	1789	2003	2191	2462	2473	2577
11	2596	2279	2354	2023	1832	1644	1754	1976	2180	2470	2497	2610
12	2625	2292	2350	2002	1799	1608	1719	1950	2169	2477	2520	2643
13	2652	2305	2345	1981	1767	1572	1684	1922	2157	2484	2543	2675
14	2680	2317	2340	1959	1733	1536	1648	1895	2144	2490	2566	2706
15	2707	2328	2334	2937	1700	1500	1612	1867	2131	2496	2588	2738
16	2734	2339	2317	1914	1666	1464	1576	1838	2117	2500	2610	2769
17	2760	2348	2319	1891	1632	1427	1540	1809	2103	2504	2631	2799
18	2785	2359	2311	1867	2598	1391	1504	1780	2088	2508	2651	2830
19	2811	2368	2302	1843	1564	1354	1467	1750	2072	2510	2671	2859

FUENTE: Tesis “Diseño de bocatoma en el río Chicama”, USMP.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°3.16: Humedad Relativa Mensual (HR) y Cálculo de CH.

	Meses											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set	Oct	Nov.	Dic
HR	69.53	70.43	72.16	72.84	73.45	75.50	76.52	75.52	72.73	71.45	71.23	69.97
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89	0.89	0.91

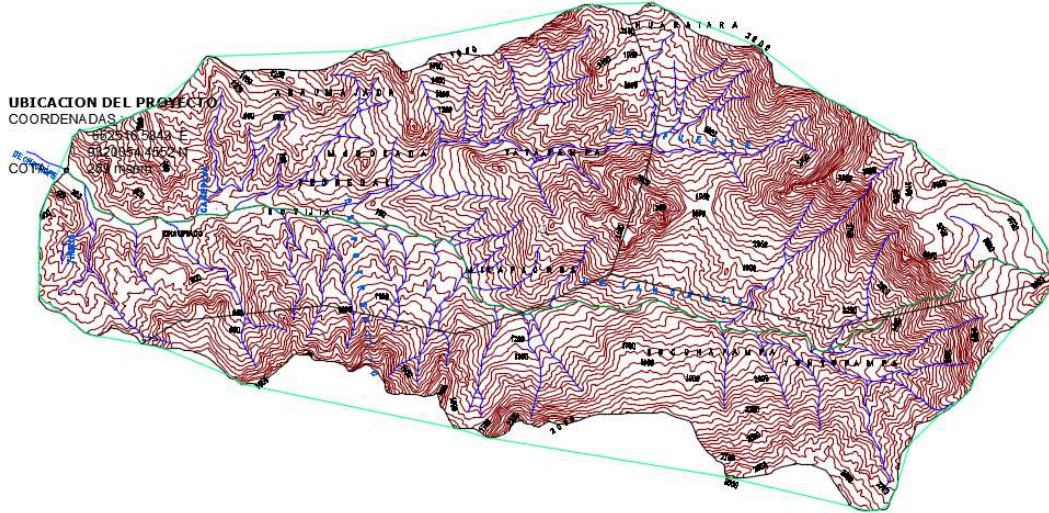
Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO IV

4. PARÁMETROS FÍSICOS DE LA CUENCA

4.1. PARÁMETROS FÍSICOS - MORFOMETRÍA

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°4.1: Cuenca del Río Chóchope.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1. ÁREA DE LA CUENCA

La cuenca fue proyectada en un plano horizontal y se determinó en el programa Autocad Civil 3D por medio de la herramienta polyline.

ÁREA	191035973	m ²
	19103.597	ha
	191.036	Km ²

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°4.1: Tipo de cuenca según su área.

TAMAÑO DE LA CUENCA (km ²)	DESCRIPCIÓN
< 25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia - pequeña
500 a 2500	Intermedia - grande
2500 a 5000	Grande
> 5000	Muy grande

Fuente: Hidrología – Ing. Máximo Villón.

4.1.2. PERÍMETRO

La cuenca fue proyectada en un plano horizontal y se determinó en el programa Autocad Civil 3D por medio de la herramienta polyline.

PERÍMETRO	65713.824	m
	65.713824	Km

4.1.3. ÍNDICE DE GRAVELIUS O COEFICIENTE DE COMPACIDAD

El Coeficiente de Compacidad (Kc, adimensional), o Índice de Gravelius, constituye la relación entre el Perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia cuya área igual a la de un círculo es equivalente al área de la cuenca en estudio.

Su fórmula es la siguiente:

$$K_c = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot r} \quad \text{o} \quad K_c = 0.28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Siendo:

- Kc = Coeficiente de Compacidad.
- P = Perímetro de la cuenca, en Km.
- A = Área de la cuenca, en km².
- R = Radio de la cuenca, en Km.

P	=	65.714	Km
A	=	191.036	Km ²
K _c	=	1.33	

Como el resultado obtenido se encuentra por encima de 1.00 podemos saber que esta cuenca cuenta con una forma menos circular, es decir más alargada.

Debido a este valor también sabemos que la cuenca tendrá moderados problemas de crecientes.

4.1.4. FACTOR DE FORMA (Ff)

El Factor de Forma (Ff, adimensional), es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca, en tanto la forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximo.

El Factor de Forma tiene la siguiente expresión:

$$F_f = \frac{A}{L_a^2} \quad \text{o} \quad F_f = \frac{B}{L_a}, \quad B = \frac{A}{L_a}$$

Siendo:

- Ff = Factor de Forma, adimensional.
- B = Ancho medio, en km².
- A = Área de la cuenca, en Km².
- La = Longitud del cauce más largo, en Km.

A	=	191.036	Km2
L _a	=	27.465	Km
F _f	=	0.25	

4.1.5. COEFICIENTE DE ASIMETRÍA (CCA)

Este coeficiente adimensional define qué tan simétricas son las áreas de aporte de la cuenca, a la izquierda (A_{IZQ}) o derecha (A_{DER}) de la corriente principal. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$C_{AC} = \frac{A_{IZQ} - A_{DER}}{A_{IZQ} + A_{DER}} \times 0.5$$

Los valores que puede alcanzar el coeficiente de asimetría de la cuenca varían entre: $-2 < C_{AC} < 2$

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°4.2: Área de simetría de la cuenca de Chóchope.



Fuente: Elaboración propia.

A _{IZQ}	=	79.670	Km2
A _{DER}	=	111.360	Km2
C _{AC}	=	-0.08	

Ya que el resultado obtenido es un valor cercano a 0.00 podemos decir que esta cuenca es prácticamente simétrica con respecto a su cauce principal.

4.1.6. COEFICIENTE DE ALARGAMIENTO

$$I_c = 0.282 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P	=	65.714	Km
A	=	191.036	Km ²
I_c	=	1.34	

Debido a que el coeficiente de alargamiento es mayor a 1 podemos saber que la cuenca posee una forma alargada.

4.1.7. SISTEMA DE DRENAJE

4.1.7.1. DENSIDAD DE DRENAJE

Indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua: efímeros, intermitentes o perennes de una cuenca (L) y el área total de la misma (A).

La expresión de la Densidad de Drenaje, Dd, es la siguiente:

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Siendo:

- Dd = Densidad de Drenaje, en km/km².
- L = Longitud total de los cursos de agua, en km.
- A = Área de la cuenca, en km².

L	=	183.106	Km
A	=	191.036	Km ²
D_d	=	0.96	Km/Km ²

Ya que sabemos que una cuenca con drenaje pobre tiene valores alrededor de 0.5 km/km² y una bien drenada alrededor de 3.5 km/km², para nuestro caso será una cuenca con drenaje intermedio pobre ya que su valor es de 0.96 km/km².

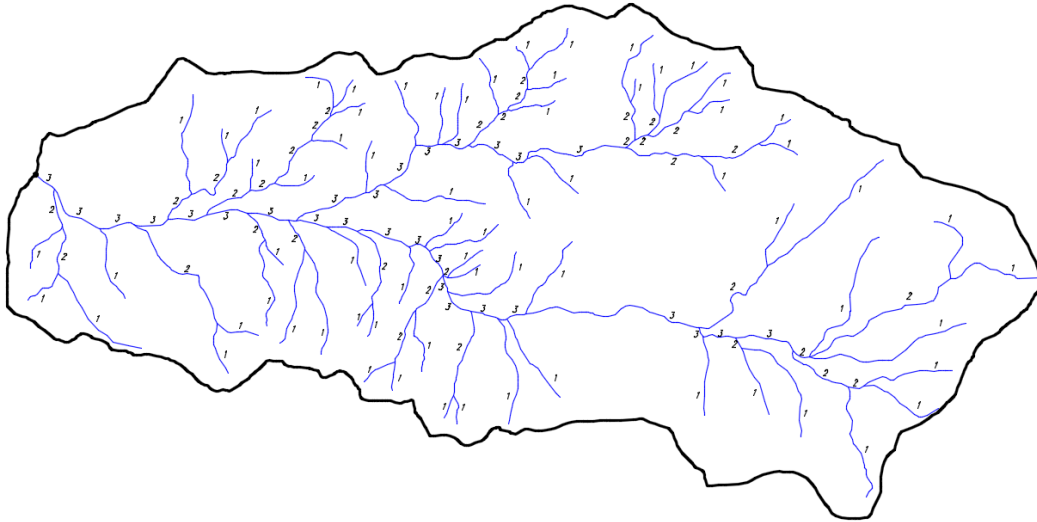
4.1.7.2. ORDEN DE CORRIENTES

El orden de la cuenca está dado por el orden del cauce principal.

- Corrientes de primer orden: pequeños canales que no tienen tributario.
- Corrientes de segundo orden: dos corrientes de primer orden se unen.
- Corrientes de tercer orden: dos corrientes de segundo orden se unen.
- Corrientes de orden n+1: dos corrientes de orden n se unen.

Entre más alto es el orden de la cuenca, indica un drenaje más eficiente que desalojará rápidamente el agua.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°4.3: Orden de corrientes de la cuenca de Chóchope.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.7.3. RELACIÓN DE BIFURCACIÓN

Es la relación entre el número de corrientes de cualquier orden u (N_u) y el número de corrientes en el siguiente orden superior $u+1$ (N_{u+1})

$$Rb_u = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

El valor mínimo teóricamente posible para Rb es 2.0. Aunque en la realidad el valor promedio es del orden de 3.5

N_1	=	69.000
N_2	=	34.000
Rb_1	=	2.03

N_2	=	34.000
N_3	=	32.000
Rb_2	=	1.06

4.1.7.4. DENSIDAD DE CORRIENTES

Es la relación entre el número total de corrientes en la cuenca y su área total.

$$D_c = \frac{N_c}{A}$$

Siendo:

D_c = Densidad de corriente, en 1/km².

N_c = Numero de corrientes en la cuenca, es adimensional.

A = Área de la cuenca, en km².

N_c	=	135.000	
A	=	191.036	Km ²
D_c	=	0.71	1/Km ²

4.1.7.5. SINUOSIDAD

Es la relación entre la longitud del río principal a lo largo del cauce y la longitud del valle medido en línea curva o recta.

$$S = \frac{L}{L_v}$$

Siendo:

S = Sinuosidad de la cuenca.

L = Longitud del río principal a lo largo del cauce, en Km.

L_v = Longitud del valle medido en línea recta, en Km.

L_v	=	24.432	Km
L	=	27.465	Km
S	=	1.12	

Debido a que la sinuosidad de la cuenca de Chóchope es menor de 1.25 será una cuenca con baja sinuosidad, es decir las velocidades de sus cauces serán mayores.

4.2. PARÁMETROS FÍSICOS – RELIEVE

4.2.1. PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

La pendiente de una cuenca, es un parámetro importante en el estudio de la cuenca, tiene una relación con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea a la escorrentía. Existen diversos criterios para evaluar la pendiente de una cuenca, en éste caso apliqué el criterio de Alvord:

$$S_c = \frac{D}{A} \times L$$

Siendo:

S_c = Pendiente de la cuenca

D = Desnivel constante entre curvas de nivel, en Km

L = Longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca, en Km

A = Área de la cuenca, en Km²

A	=	191.036	Km ²
L	=	1875.974	Km
D	=	0.050	Km
S	=	0.49	m/m

4.2.2. PENDIENTE DEL CAUSE PRINCIPAL

Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo.

$$P = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} \times 100$$

H _{max}	=	3.850	Km
H _{min}	=	0.269	Km
L	=	27.465	Km
P	=	13.04	%

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°4.2: Tipo de terreno según la pendiente.

PENDIENTE EN %	TIPO DE TERRENO
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado medio
25	Fuerte accidentado
50	Escarpado
>50	Muy escarpado

Fuente: Hidrología – Ing. Máximo Villón.

4.2.3. ALTURA PROMEDIO DE LA CUENCA

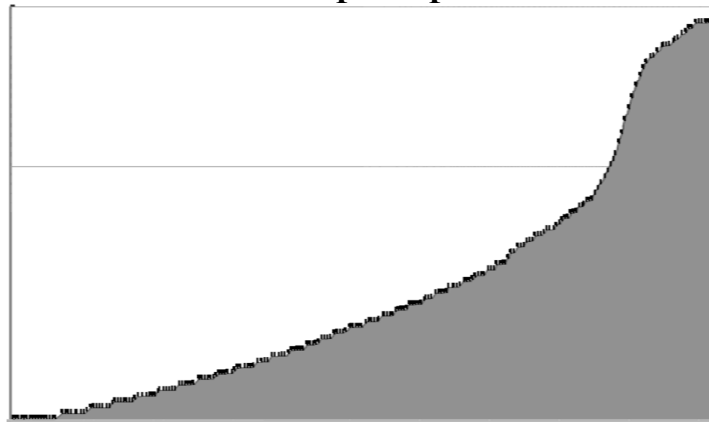
Se denomina así al promedio de las elevaciones de la cuenca, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$H = \frac{H_{max} - H_{min}}{2}$$

H _{max}	=	3850.000	m
H _{min}	=	269.000	m
H	=	1790.50	m

4.2.4. PERFIL LONGITUDINAL

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°4.4: Perfil longitudinal del cauce principal.



Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE LA OFERTA

5.1. ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

Debido a que en la cuenca de Chóchope no se dispone de información histórica de registros hidrométricos, ha sido necesario generar un registro sintético de caudales en los puntos de captación del embalse, por ello se procedió a la generación de caudales medios mensuales mediante el modelo precipitación escorrentía de Lutz Scholtz, basado en el Balance Hídrico de Fisher, que integra además las características geomorfológicas de las cuencas de interés.

El modelo hidrológico Lutz Sholtz, es combinado porque cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico - Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso markoviano- Modelo Estocástico). Fue desarrollado por el experto Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana, entre los años 1979-1980, en el marco de Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meris II.

Generación de caudales medios mensuales

El modelo de “Balance Hidrológico” utilizado para generar los caudales medios mensuales en los puntos de interés de las fuentes de agua del proyecto.

$$Q_t = B_1 + B_2 * Q_{t-1} + B_3 * P_{Et} + Z * S * (1 - R^2)^{0.5} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Q_t = Caudal del mes actual

Q_{t-1} = Caudal del mes anterior

P_{Et} = Precipitación efectiva del mes t.

B_1, B_2, B_3 = Parámetros

S = Desviación standard

R = Coeficiente de correlación

Z_t = Variable aleatoria distribuida normalmente

Los parámetros B_1, B_2, B_3, R y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión con Q_t como valor dependiente y Q_{t-1} y P_{Et} , como valores independientes.

Cálculos de los componentes del Balance Hidrológico

Los componentes del Balance hidrológico son:

$$CM_i = PE_i + R_i = PE_i + G_i - A_i \dots\dots\dots (2)$$

a. Cálculo de la precipitación Efectiva: PE₁

A fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el Polinomio de quinto grado:

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5 \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

PE = Precipitación efectiva (mm/mes)

P = Precipitación total mensual

Los valores límite de la precipitación efectiva muestra los tres juegos de coeficientes, a_i , que permiten alcanzar por interpolación valores de C, comprendidos entre 0.15 y 0.45.

Los coeficientes de los polinomios tienen los siguientes valores

$$a_0 = 0.021$$

$$a_1 = 0.1358$$

$$a_2 = -0.002296$$

$$a_3 = 4349 \text{ E-}8$$

$$a_4 = -89 \text{ E-}9$$

$$a_5 = -879 \text{ E-}13$$

Los cuales corresponden a una curva determinada según la Según el Bureau of Reclamation calculado siguiendo la metodología elaborado por ONER (1) de acuerdo a las zonas ecológicas identificadas.

b. Cálculo del gasto de retención: G_i

El gasto de la retención se determina con:

$$G_i = R_{bi} / b_i \dots\dots\dots (4)$$

$$b_i = b_{oi}$$

$$b_{oi} = e^{-axt}$$

Donde:

B_o = Relación entre la descarga del mes actual y del mes anterior

t = Tiempo en días del mes

a = Coeficiente de agotamiento

c. Retención de la cuenca: R

La retención de la cuenca está en función del área y la pendiente de la cuenca manifestándose este fenómeno como almacenamiento hídrico en acuífero, lagunas, pantanos, nevados. En el caso de la microcuenca Chóchope se estimó estos parámetros.

d. Coeficiente de agotamiento: a

El coeficiente de agotamiento se determina con la siguiente ecuación.

$$a = 0.002520 \ln A + 0.041$$

Dónde:

a = coeficiente de agotamiento

A = área de la cuenca (Km²)

Obteniéndose: a = 0.028

Reemplazando los valores de a, t, bo, bi y R en las ecuaciones 4, 5 y 6 se obtiene los resultados de Gi.

e. Cálculo de abastecimiento a la retención: Ai

El abastecimiento a la retención se produce en la época de lluvias, es decir de Noviembre a Abril, de acuerdo a los registros de precipitación de la estación de Tambillo.

SUSTENTO Y CÁLCULO EN HOJA ELECTRONICA EXCEL

**MODELO DETERMINISTICO-ESTOCASTICO DE LUTZ SCHOLZ
(GENERACION DE CAUDALES MENSUALES)**

CUENCA / SUB CUENCA: RIO CHOCHOPE

I.- DATOS BASICOS:

	Nomen.	Unid.	Valor
Area de la Cuenca	A	Km2	191.04
Altura media de la Cuenca	Hm	msnm	1790.50
Altura de la Estación de Referencia	Hr	msnm	3100.00
Pendiente Media de la Cuenca		m/m	0.491
Temperatura Media Anual Estación de Referencia	Te	°C	11.42
Temperatura Media Anual de la Cuenca	Tc	°C	17.71
Retención de la Cuenca	R	mm/año	50.00
Precipitación Media de la Cuenca	Pc	mm/año	393.74
Evapotranspiración Total Anual	ETP	mm/año	1367.87
Coefficiente de Temperatura	L		1020.50
Temperatura Media de la Cuenca	Tc	°C	17.71
Déficit de Escurrimiento	D	mm/año	391.70
Coefficiente de Escorrentía	C		0.33
Coefficiente de agotamiento	a		0.028

**ESTUDIO HIDROLÓGICO,
TABLA N°5.1**

COEFICIENTES DE CÁLCULO - PRECIPITACIÓN EFECTIVA			
COEF.	CURVA I	CURVA II	CURVA III
a0	-0.047	-0.1065	-0.4177
a1	0.0094	0.1477	0.3795
a2	-0.0005	-0.0029	-0.0101
a3	0.00002	0.00005	-0.0002
a4	-5E-08	-2E-07	-9E-07
a5	2E-10	2E-10	1E-09
El rango de aplicación de los coeficientes de la ecuación Polinómica de la PE está comprendida para 0<P<250mm			

Fuente: Elaboración propia.

**ESTUDIO HIDROLÓGICO,
TABLA N°5.2**

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACION PARA EL AÑO PROMEDIO		
Mes	Qt	PE
Enero	9.95	11.01
Febrero	25.24	28.17
Marzo	57.85	64.73
Abril	41.94	14.73
Mayo	16.71	4.76
Junio	6.77	1.57
Julio	2.88	0.63
Agosto	1.75	0.82
Setiem.	2.67	2.45
Octubre	5.00	5.56
Noviembre	3.95	4.33
Diciembre	4.74	5.13

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°5.3

GENERACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES PARA AÑO PROMEDIO

MES	N° de días del mes	PRECIPITACION MENSUAL				CONTRIBUCION DE LA RETENCION				CAUDALES GENERADOS	
		P Total mm/mes	Efectiva			Gasto		Abasto		mm/mes	m3/s
			PE II mm/mes	PE III mm/mes	PE (%) (5)*C1+(6)*C1	bi	Gi mm/mes	ai	Ai mm/mes		
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Enero	30	45.83	4.47	11.01	10.03			0.1500	0.0750	9.95	0.7335
Febrero	28	74.08	9.52	28.17	25.37			0.2500	0.13	25.24	1.99
Marzo	31	106.83	20.07	64.73	58.02			0.3500	0.18	57.85	4.13
Abril	30	54.04	5.62	14.73	13.36	0.43	28.58			41.94	3.09
Mayo	31	21.16	2.13	4.76	4.37	0.19	12.34			16.71	1.19
Junio	30	6.27	0.70	1.57	1.44	0.08	5.33			6.77	0.50
Julio	31	3.06	0.31	0.63	0.58	0.03	2.30			2.88	0.21
Agosto	31	3.72	0.39	0.82	0.75	0.01	0.99			1.75	0.12
Setiem.	30	9.88	1.08	2.45	2.24	0.01	0.43			2.67	0.20
Octubre	31	26.00	2.49	5.56	5.10			0.2000	0.10	5.00	0.36
Noviembre	30	19.33	1.94	4.33	3.97			0.0500	0.03	3.95	0.29
Diciembre	31	23.55	2.30	5.13	4.71			-	-	4.74	0.34
ANO	364	393.74	51.01	143.88	129.93	0.76	50.00	1.00	0.50	179.43	13.15
Coefficientes		0.33	0.15	0.85	1.00						

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°5.4

RESULTADOS DE REGRESIÓN

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.9941737
Coefficiente de determinación R ²	0.9883813
R ² ajustado	0.9857994
Error típico	1.4232929
Observaciones	12

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	1550.95	775.47501	382.8064	1.96E-09
Residuos	9	18.23186	2.0257627		
Total	11	1569.182			

	Coefficiente s	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-1.671418	0.590212	-2.831895	0.019661	-3.006571	-0.33627	-3.0066	-0.3363
Variable X 1	0.5571645	0.03626	15.365672	9.15E-08	0.475138	0.639191	0.47514	0.63919
Variable X 2	0.6150087	0.029664	20.732175	6.61E-09	0.547903	0.682114	0.5479	0.68211

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°5.5

PRECIPITACION EFECTIVA (mm)													
ANO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1964													
1965													
1966	5.92	7.06	32.92	19.27	14.99	2.18	2.38	2.50	4.82	9.42	5.09	1.42	107.98
1967	16.41	30.16	30.28	16.54	3.46	2.18	16.36	2.42	1.37	2.19	1.96	4.05	127.39
1970	9.33	7.80	25.76	17.58	32.58	8.45	0.48	2.41	5.50	11.16	6.94	5.25	133.23
1975	4.40	30.80	100.41	39.53	9.71	15.44	1.62	7.81	2.71	16.35	5.31	0.20	234.31
1976	23.23	24.60	17.98	24.18	11.67	6.27	1.43	0.00	0.27	1.07	1.50	1.73	113.92
1977	6.58	16.93	66.35	24.57	3.79	10.09	0.00	0.00	2.26	0.95	2.01	1.42	134.96
1978	2.09	5.65	53.73	13.93	18.76	4.09	7.62	2.13	2.59	1.31	2.90	2.65	117.44
1979	7.95	6.99	56.78	18.29	11.17	3.55	0.24	6.40	5.25	1.07	0.77	0.51	118.97
1981	1.15	22.50	58.41	19.29	2.79	8.73	2.62	0.83	0.00	3.53	4.14	4.99	128.99
1982	4.65	6.50	5.64	45.52	6.87	1.64	0.00	0.00	2.49	4.96	4.40	18.39	101.06
1983	36.94	23.72	176.08	252.61	138.49	25.14	0.00	0.00	0.07	6.03	0.36	2.63	662.06
1984	1.63	63.05	44.16	19.50	11.51	11.73	4.05	0.00	0.00	5.88	0.83	1.26	163.58
1985	0.71	0.73	10.54	0.00	13.64	0.00	0.00	0.00	1.50	4.52	0.00	1.96	33.61
1986	1.48	6.37	16.70	71.11	5.59	0.00	5.24	4.33	1.09	2.17	4.23	5.28	123.59
1987	9.93	13.07	52.28	43.91	2.79	0.00	0.00	0.71	2.19	1.24	0.84	1.53	128.49
1988	9.75	11.40	9.58	52.84	17.16	0.55	0.00	0.00	3.14	3.40	10.21	2.23	120.25
1989	6.47	31.07	88.58	23.22	11.21	19.04	0.00	0.71	3.14	6.01	0.31	0.00	189.76
1990	2.63	8.54	21.73	20.06	12.02	16.91	5.72	0.00	0.14	11.57	8.31	2.44	110.08
1991	1.65	13.63	8.66	14.10	0.80	0.00	0.00	0.00	0.68	0.29	1.67	2.97	44.44
1992	2.25	5.32	40.11	66.90	4.91	3.27	0.00	0.71	3.73	1.92	4.82	5.45	139.38
1993	3.23	36.33	127.06	46.09	18.81	4.36	6.35	2.65	4.22	9.44	3.69	5.56	267.78
1994	9.95	23.25	68.27	39.30	6.40	6.09	0.95	1.18	4.10	1.62	5.19	3.71	170.03
1995	9.49	22.47	18.79	17.11	10.80	1.09	9.34	0.50	1.24	2.70	4.89	13.45	111.87
1996	1.96	10.55	43.86	22.76	4.90	9.33	0.00	2.49	0.02	7.16	1.25	0.41	104.69
1997	3.05	15.17	17.96	31.59	3.76	2.14	0.00	0.78	1.05	2.64	5.40	15.63	99.16
1998	61.10	137.80	257.57	137.01	58.24	4.41	1.61	1.03	4.44	5.35	2.05	1.96	672.58
1999	7.98	87.60	18.57	45.17	32.58	8.99	0.91	5.60	3.51	1.61	3.58	2.98	219.07
2000	8.83	28.22	106.14	60.92	23.42	20.59	1.33	3.86	8.12	0.31	0.77	10.49	273.00
2001	12.31	27.73	127.94	75.69	14.63	1.28	10.07	0.50	6.79	5.84	8.26	5.48	296.53
2003	10.77	23.03	22.45	11.25	18.00	17.44	3.48	0.36	2.02	1.43	3.68	9.06	122.97
2004	5.37	3.98	28.46	19.58	14.21	2.95	10.41	0.00	5.34	7.40	4.39	9.17	111.25
2007	5.16	9.45	49.15	28.25	14.16	1.69	1.91	4.40	0.25	12.87	10.76	3.56	141.61
2009	29.81	30.16	84.56	13.27	10.47	7.69	4.68	4.91	2.10	2.58	5.86	6.23	202.33
2010	6.21	37.01	47.56	63.20	9.96	4.91	1.91	0.73	5.76	6.27	3.24	7.02	193.79
2012	17.96	54.81	89.65	53.75	10.43	4.60	0.11	1.14	1.50	12.63	8.58	4.87	260.00
Media	9.95	25.24	57.85	41.94	16.71	6.77	2.88	1.75	2.67	5.00	3.95	4.74	179.43
DesvStd	11.76	26.39	53.06	44.62	23.26	6.61	3.81	2.05	2.17	4.21	2.95	4.36	140.26
Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max	61.10	137.80	257.57	252.61	138.49	25.14	16.36	7.81	8.12	16.35	10.76	18.39	672.58

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°5.6

NUMEROS ALEATORIOS CON DISTRIBUCION NORMAL												
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1966	2.53	-13.18	14.77	-12.70	-6.99	-5.06	-14.18	-5.67	7.73	-7.76	0.83	-5.38
1967	-4.26	6.13	-2.06	5.86	22.73	7.20	6.20	15.10	0.17	-4.60	1.20	6.72
1970	-7.78	6.11	-5.01	2.33	-8.19	-10.31	0.36	-8.02	-1.38	-6.41	3.54	9.38
1975	-5.06	9.93	-5.99	10.88	6.55	8.29	0.84	0.26	-6.79	0.27	3.22	3.21
1976	5.60	-4.52	-3.29	2.62	2.32	12.54	10.45	1.59	3.76	0.96	0.28	-4.59
1977	-3.82	1.69	-1.06	0.46	4.38	0.71	5.01	-0.97	-10.38	4.80	-1.78	-4.94
1978	-4.76	-6.98	-1.16	-4.24	-5.31	0.02	8.77	-0.30	-11.53	-7.95	-8.79	2.05
1979	-3.60	-4.57	1.74	4.32	1.76	-11.02	-8.34	-18.16	7.00	0.64	5.50	6.04
1981	4.21	-1.62	13.77	-6.87	-4.34	-6.28	-6.70	-6.22	-22.73	1.98	1.52	2.10
1982	-5.73	6.34	-5.38	-7.53	6.47	-3.15	5.67	-1.44	-10.03	1.54	-6.28	-4.93
1983	1.39	-11.24	6.38	-10.10	8.54	-7.44	-6.62	17.75	1.87	-7.85	-4.62	-5.89
1984	-16.98	-0.69	11.08	0.01	-6.55	11.42	-16.88	2.79	7.03	-4.74	-7.18	-6.01
1985	4.91	-8.80	2.98	1.35	1.57	-7.48	3.62	18.94	3.64	5.46	-13.46	8.38
1986	4.47	-2.27	7.91	-8.97	2.12	10.84	-10.73	-1.27	-1.71	4.58	-2.05	-4.12
1987	8.75	-3.24	-6.34	3.73	-1.63	7.98	-4.30	-3.76	-7.51	-3.69	2.66	-3.40
1988	3.67	-3.36	-15.93	-6.07	-5.51	10.89	-6.61	-7.45	-9.63	12.10	-5.84	-6.64
1989	-3.87	-8.84	-6.15	0.54	-4.39	2.20	0.88	3.56	-3.65	1.79	6.75	-4.10
1990	-4.67	14.12	-2.13	-3.42	-4.46	7.32	-1.05	1.72	-2.55	-7.43	0.27	6.98
1991	-11.94	12.29	9.62	-7.73	5.50	-0.13	-9.12	5.08	-0.94	4.64	1.65	-2.63
1992	4.73	13.46	5.93	-6.89	11.85	-4.19	2.90	-4.89	-0.58	0.74	-9.28	-0.96
1993	-3.35	7.58	-3.90	1.32	-0.37	-0.98	1.42	-6.86	10.27	9.30	-3.55	1.92
1994	-5.86	0.14	2.51	-7.14	2.65	0.63	-4.32	5.25	-0.03	-4.13	-1.08	0.03
1995	-7.58	-1.77	2.78	16.04	-9.05	-1.35	3.54	1.21	13.41	2.40	-8.26	13.43
1996	-11.24	0.73	-5.84	9.95	10.36	9.21	-6.99	1.75	-2.53	-5.57	3.12	-6.29
1997	-13.76	8.23	-0.77	12.43	1.09	-2.96	-4.21	6.21	-6.25	-4.48	0.00	-6.03
1998	-6.41	1.68	-3.84	-2.89	-0.52	-1.22	-11.44	3.73	0.16	15.89	-3.90	10.14
1999	2.15	-3.43	2.10	-0.21	-7.12	9.63	0.92	0.34	-4.78	-10.67	-15.45	-5.14
2000	1.40	5.34	-14.65	-10.21	-2.08	-13.23	-7.37	2.54	-0.02	-0.32	0.25	-5.75
2001	6.67	1.85	-16.54	5.25	-8.48	-8.59	0.49	-3.76	-0.74	16.94	1.29	-3.06
2003	13.53	5.38	-4.28	-1.40	-15.37	-17.56	-5.14	-3.76	15.24	-9.57	3.81	12.59
2004	6.55	0.33	4.95	-14.89	3.96	1.19	0.69	-1.22	8.52	3.12	8.63	6.70
2007	8.31	-10.50	-10.03	5.97	-1.46	-6.45	0.13	-1.06	13.87	3.73	-4.34	-1.15
2009	-3.10	10.18	0.73	-0.97	-6.17	-1.82	-5.33	5.93	-3.34	-4.69	1.66	1.57
2010	-1.45	-0.04	-3.45	1.83	9.27	-1.84	2.37	-4.23	5.79	-9.80	3.43	7.23
2012	-5.55	-3.24	-11.02	1.96	-0.08	1.59	6.22	-1.02	1.54	4.32	4.03	10.26
Media	1.48	0.66	1.19	0.73	0.09	0.27	1.97	0.39	0.20	0.13	1.21	0.79
DesvStd	7.17	7.00	7.40	7.02	7.13	7.76	6.94	6.82	7.45	6.91	5.87	6.08
Min	-16.98	-13.18	-16.54	-14.89	-15.37	-17.56	-16.88	-18.16	-22.73	-10.67	-15.45	-6.64
Max	13.53	14.12	14.77	16.04	22.73	12.54	10.45	18.94	15.24	16.94	8.63	13.43

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°5.7

CAUDALES GENERADOS (mm)

Coeficientes de Regresión Múltiple:	B1	-1.671	B2	0.557	B3	0.615
	S	1.423	R ²	0.988		

Modelo Matemático: $Qt = B1 + B2*Qt-1 + B3*PEt + Z*S*(1 - R^2)^{0.5}$

ANO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
PEP	9.95	25.24	57.85	41.94	16.71	6.77	2.88	1.75	2.67	5.00	3.95	4.74	179.43
1966	7.90	14.71	53.07	31.60	15.78	2.66	0.00	0.00	3.96	5.72	3.79	1.02	140.22
1967	13.31	31.88	48.86	32.77	13.25	4.55	10.95	3.11	0.68	1.76	1.92	4.49	167.53
1970	8.42	18.12	45.63	32.86	26.42	5.71	0.28	0.00	2.99	6.99	5.34	5.63	158.41
1975	5.81	32.86	91.40	47.68	14.61	12.87	1.06	4.14	0.44	11.21	4.29	1.59	227.95
1976	19.02	26.83	41.11	36.97	15.17	7.88	2.42	0.50	0.56	1.92	1.49	1.33	155.19
1977	7.33	23.07	71.20	36.88	10.64	8.42	0.70	0.00	0.00	2.43	1.50	2.09	164.25
1978	4.43	14.80	63.42	29.61	18.36	4.62	5.97	0.77	0.00	0.70	0.96	4.91	148.54
1979	8.21	15.99	65.74	33.61	14.78	2.59	0.00	0.65	4.12	1.87	1.85	5.21	154.61
1981	5.23	25.98	68.60	32.51	8.69	6.50	5.52	0.20	0.00	3.59	3.31	9.36	169.48
1982	5.86	22.36	43.20	48.53	12.86	2.62	3.80	0.20	0.00	4.40	2.27	11.53	157.63
1983	26.81	25.26	139.83	175.50	94.12	16.42	1.00	2.02	0.34	3.62	2.04	10.68	497.64
1984	2.27	51.06	69.42	33.69	13.71	11.07	2.00	0.00	0.89	4.00	1.50	5.82	195.42
1985	5.07	21.49	49.50	46.90	16.27	10.95	5.49	2.51	1.30	4.73	1.20	3.46	168.86
1986	5.47	20.96	52.04	64.05	11.40	8.76	3.51	1.77	0.22	3.15	2.82	3.59	177.74
1987	11.33	19.93	61.74	49.28	19.10	9.32	3.00	0.00	0.51	3.31	3.45	2.39	183.36
1988	10.43	28.89	44.01	53.26	17.34	12.10	0.00	0.10	0.27	5.06	5.91	1.32	178.70
1989	10.26	30.14	84.09	36.06	13.86	14.15	3.07	0.78	3.19	5.08	3.76	1.84	206.28
1990	16.78	19.81	43.60	33.51	14.35	13.62	8.29	0.00	0.00	7.09	5.68	3.54	166.26
1991	13.06	22.66	42.36	46.18	8.97	10.08	0.00	1.18	0.59	3.00	1.81	2.39	152.28
1992	8.98	27.73	56.13	61.78	12.47	8.47	4.38	0.00	2.52	3.41	2.07	4.17	192.12
1993	11.35	35.90	108.10	50.24	26.15	9.63	6.06	1.00	3.99	8.34	2.25	6.68	269.69
1994	13.10	26.71	72.93	44.77	11.98	5.94	3.00	1.24	2.33	3.48	3.55	9.26	198.29
1995	8.55	25.94	42.54	34.68	12.89	8.56	6.22	0.00	2.64	3.14	2.27	11.30	158.73
1996	10.35	28.99	56.63	37.22	22.24	9.25	0.00	1.80	0.00	4.66	3.78	5.26	180.19
1997	13.64	22.98	41.49	43.03	30.12	5.96	4.00	0.73	0.00	2.05	3.85	9.66	177.51
1998	40.47	97.40	188.38	105.52	43.38	4.62	0.00	1.61	2.57	6.84	1.19	7.73	499.71
1999	9.11	65.74	42.30	64.45	31.58	9.10	5.63	2.80	1.24	0.67	2.36	5.01	239.99
2000	9.52	30.57	93.59	57.59	26.72	12.73	2.00	2.76	4.81	3.25	4.04	6.54	254.13
2001	12.47	29.73	106.70	69.05	15.33	1.57	6.20	0.00	3.88	7.30	5.81	5.87	263.92
2003	12.57	27.38	43.71	28.40	16.35	10.13	6.28	0.00	3.40	0.52	3.38	8.47	160.60
2004	8.18	14.89	48.82	31.45	16.99	4.09	9.44	0.00	4.41	6.14	4.56	7.63	156.60
2007	13.32	16.60	59.25	39.99	16.12	2.15	4.13	1.85	2.09	9.60	6.48	4.98	176.55
2009	21.73	32.50	82.68	29.71	13.13	6.55	1.99	3.23	0.60	2.98	4.39	5.04	204.53
2010	7.47	35.15	59.28	60.85	15.18	4.84	1.47	0.00	4.24	3.47	3.05	6.40	201.39
2012	14.07	45.60	84.01	55.05	14.04	5.17	0.95	0.00	0.97	9.54	6.42	5.54	241.36
Media	11.48	29.45	67.58	49.01	19.55	7.82	3.39	1.00	1.71	4.43	3.27	5.48	174.28
DesvStd	7.09	15.76	31.17	26.97	14.83	3.78	2.90	1.18	1.62	2.63	1.59	2.95	104.49
Min	2.27	14.71	41.11	28.40	8.69	1.57	0.00	0.00	0.52	0.96	1.02	0.00	0.00
Max	40.47	97.40	188.38	175.50	94.12	16.42	10.95	4.14	4.81	11.21	6.48	11.53	499.71

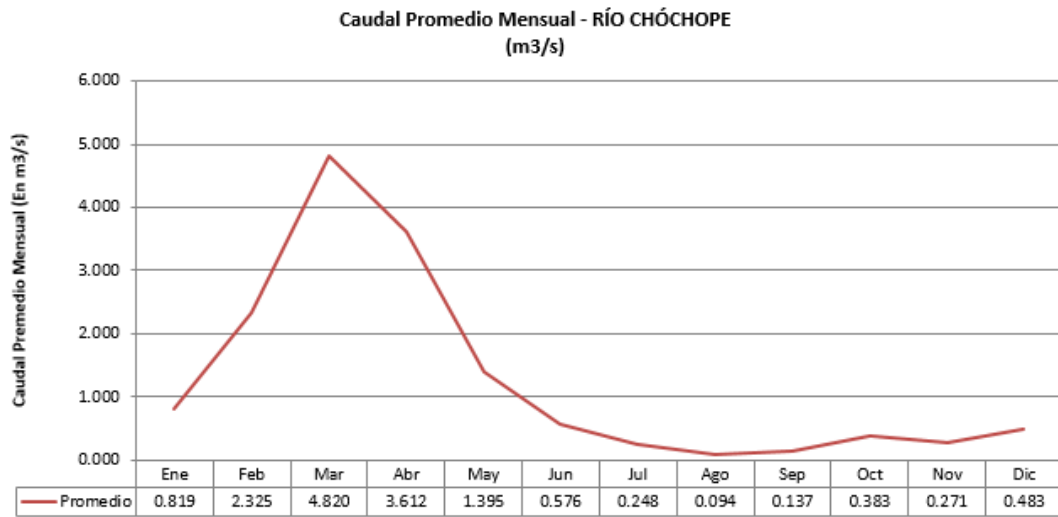
Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°5.8

CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES													
Generados por el Método de Lutz - Scholz													
Río/Quebrada:	RIO CHOCHOPE											Area	191.04 km ²
UND.	m ³ /s												
ANO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1966	0.56	1.16	3.79	2.33	1.13	0.20	0.00	0.00	0.29	0.41	0.28	0.07	10.21
1967	0.95	2.52	3.49	2.42	0.95	0.34	0.78	0.22	0.05	0.13	0.14	0.32	12.29
1970	0.60	1.43	3.25	2.42	1.88	0.42	0.02	0.00	0.22	0.50	0.39	0.40	11.55
1975	0.41	2.59	6.52	3.51	1.04	0.95	0.08	0.30	0.03	0.80	0.32	0.11	16.66
1976	1.36	2.12	2.93	2.72	1.08	0.58	0.17	0.04	0.04	0.14	0.11	0.09	11.39
1977	0.52	1.82	5.08	2.72	0.76	0.62	0.05	0.00	0.00	0.17	0.11	0.15	12.00
1978	0.32	1.17	4.52	2.18	1.31	0.34	0.43	0.05	0.00	0.15	0.07	0.35	10.89
1979	0.59	1.26	4.69	2.48	1.05	0.19	0.00	0.05	0.30	0.23	0.14	0.37	11.35
1981	0.37	2.05	4.89	2.40	0.62	0.48	0.39	0.01	0.00	0.26	0.24	0.67	12.39
1982	0.42	1.77	3.08	3.58	0.92	0.19	0.27	0.01	0.00	0.31	0.17	0.82	11.54
1983	1.91	1.99	9.97	12.93	6.71	1.21	0.07	0.14	0.03	0.41	0.15	0.76	36.30
1984	0.16	4.03	4.95	2.48	0.98	0.82	0.14	0.00	0.07	0.49	0.11	0.72	14.94
1985	0.36	1.70	3.53	3.46	1.16	0.81	0.39	0.18	0.10	0.34	0.09	0.45	12.55
1986	0.39	1.66	3.71	4.72	0.81	0.65	0.25	0.13	0.02	0.22	0.21	0.56	13.32
1987	0.81	1.57	4.40	3.63	1.36	0.69	0.21	0.20	0.04	0.24	0.25	0.47	13.88
1988	0.74	2.28	3.14	3.93	1.24	0.89	0.00	0.21	0.12	0.36	0.44	0.49	13.84
1989	0.73	2.38	6.00	2.66	0.99	1.04	0.32	0.06	0.23	0.36	0.48	0.43	15.68
1990	1.20	1.56	3.11	2.47	1.02	1.00	0.59	0.00	0.00	0.51	0.42	0.25	12.14
1991	0.93	1.79	3.02	3.40	0.64	0.74	0.00	0.08	0.24	0.41	0.38	0.52	12.17
1992	0.64	2.19	4.00	4.55	0.89	0.62	0.31	0.00	0.19	0.44	0.35	0.60	14.79
1993	0.81	2.83	7.71	3.70	1.87	0.71	0.43	0.07	0.29	0.60	0.27	0.66	19.95
1994	0.93	2.11	5.20	3.30	0.85	0.44	0.31	0.09	0.27	0.45	0.26	0.76	14.98
1995	0.61	2.05	3.03	2.56	0.92	0.63	0.44	0.00	0.19	0.22	0.22	0.81	11.68
1996	0.74	2.29	4.04	2.74	1.59	0.68	0.00	0.23	0.00	0.33	0.28	0.67	13.59
1997	0.97	1.82	2.96	3.17	2.15	0.44	0.29	0.25	0.00	0.40	0.28	0.69	13.41
1998	2.89	7.69	13.44	7.78	3.09	0.34	0.00	0.11	0.19	0.49	0.24	0.55	36.81
1999	0.65	5.19	3.02	4.75	2.25	0.67	0.40	0.20	0.09	0.35	0.27	0.56	18.40
2000	0.68	2.41	6.68	4.24	1.91	0.94	0.14	0.20	0.35	0.38	0.30	0.47	18.70
2001	0.89	2.35	7.61	5.09	1.09	0.12	0.44	0.00	0.29	0.52	0.43	0.42	19.24
2003	0.90	2.16	3.12	2.09	1.17	0.75	0.45	0.00	0.25	0.24	0.25	0.60	11.97
2004	0.58	1.18	3.48	2.32	1.21	0.30	0.67	0.00	0.32	0.44	0.34	0.54	11.39
2007	0.95	1.31	4.23	2.95	1.15	0.16	0.29	0.23	0.15	0.68	0.48	0.36	12.94
2009	1.55	2.57	5.90	2.19	0.94	0.48	0.14	0.23	0.04	0.51	0.32	0.36	15.23
2010	0.53	2.78	4.23	4.48	1.08	0.36	0.10	0.00	0.31	0.25	0.22	0.46	14.81
2012	1.00	3.60	5.99	4.06	1.00	0.38	0.07	0.00	0.07	0.68	0.47	0.39	17.72
Q promedio	0.819	2.325	4.820	3.612	1.395	0.576	0.248	0.094	0.137	0.383	0.271	0.483	1.264

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°5.1: Caudal medios mensuales ofertados por el Río Chóchope.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI

6. CAUDAL ECOLÓGICO

La ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, regula no sólo el uso del agua como un recurso, sino también los bienes asociados a él. La ley considera que el agua es parte integrante de los ecosistemas.

El reglamento de la Ley es el Decreto Supremo N° 001-2010-AG. El Artículo 153 define al caudal ecológico como el flujo de agua “que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural”

6.1. CÁLCULO DEL CAUDAL ECOLÓGICO

Para el análisis de la obtención del caudal ecológico existen los criterios (hidrológicos, hidráulicos, eco hidráulicos y Holísticos) son aplicables en su mayor parte a ámbitos diferentes a las nuestros ríos con fines productivos (Centrales Hidroeléctricas, Bocatomas y Presas) por lo tanto, el uso de estos métodos para determinar el Caudal Ecológico en nuestro medio, sólo servirá para tener un valor de referencia.

En el Perú, la autoridad competente para determinar el Caudal Ecológico es la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Agricultura y el Ministerio del Medio Ambiente MINAM, aún no ha definido la metodología aplicar, sin duda debido a la heterogeneidad de regímenes hídricos pisos ecológicos de cada una de las cuencas del país entre otras variables complejas en determinar.

Por lo tanto en nuestro estudio optaremos el criterio hidrológico del 10% del caudal medio anual, porque en el río Chóchope no se tiene mucha información de su cuenca además tiene mediano valor ecológico.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°6.1

CÁLCULO DEL CAUDAL ECOLÓGICO m ³ /s												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0.819	2.325	4.820	3.612	1.395	0.576	0.248	0.094	0.137	0.383	0.271	0.483	1.264

CAUDAL = 10% del caudal promedio **Qec= 10% Qp**

Qec= 0.126 m³/s

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO VII

7. DETERMINACIÓN DE MÁXIMAS AVENIDAS

Para la determinación de las descargas máximas se realizará un modelo hidrológico en el programa HEC HMS. Cuando se presentan descargas máximas, los ríos salen de su cauce normal causando graves perjuicios y como única solución se ha acudido a estructuras hidráulicas diseñadas especialmente para soportar estos flujos de avenidas.

Las descargas máximas son causadas principalmente por el escurrimiento superficial luego de horas de lluvias con intensidades más o menos considerables.

7.1. INFORMACIÓN ESTUDIADA

7.1.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Para realizar el estudio hidrológico, se recurrió a información hidrometeorológica lo suficientemente extensa, que ayudó a tener claro el comportamiento climático que ocurre en el área donde se ubica la captación.

Para ello se solicitó al SENAMHI datos de precipitación como precipitaciones máximas en 24 horas y precipitaciones mensuales, de las estaciones del Incahuasi, Olmos y Puchaca.

Las ubicaciones de las estaciones de precipitación y periodo de registros, son las siguientes:

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.1: Estaciones pluviométricas usadas.

ESTACIÓN		CUENCA	SUB CUENCA	COORDENADAS		ALTITUD (m)	PERIODO DE REGISTROS
N°	NOMBRE			Longitud	Latitud		
1	OLMOS	Olmos	Olmos	79° 43' W	5° 59' S	182	1965 - 2012
2	PUCHACA	La Leche	La Leche	79° 29' W	6° 23' S	400	1965 - 2012
3	INCAHUASI	La Leche	La Leche	79° 19' W	6° 14' S	3100	1965 - 2012

Fuente: SENAMHI.

Estas estaciones pluviométricas son las más cercanas a la cuenca, ubicadas adecuadamente en las zonas que generan la escorrentía superficial, las cuales incidirán en una adecuada apreciación sobre el comportamiento climático de la zona, pero sobre todo, en lo que respecta al parámetro precipitación y sus consecuencias sobre el punto de captación en estudio.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.2

PRECIPITACION MAX EN 24H (mm)

ESTACION : INCAHUASI

INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

PERIODO: 1964-2000, 2005-2011	LAT.: 06° 14'	686239.1412 E	DPTO.: LAMBAYEQUE
ESTACIÓN: INCAHUASI	LONG.: 79° 19'	9310705.037 N	PROV.: FERREÑAFE
CÓDIGO: PLU-3104/DRE	ALT.: 3100 msnm		DIST.: INCAHUASI

PRECIPITACIÓN (mm)
MÁXIMA EN 24 HORAS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1963	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
1964	22.00	10.50	12.00	19.00	2.00	4.00	3.50	7.00	SD	SD	16.00	14.00	22.00
1965	5.00	10.00	15.50	23.00	12.00	4.00	6.00	2.50	28.00	15.00	24.00	28.00	28.00
1966	10.00	15.00	19.00	12.00	10.00	1.00	4.00	5.50	11.00	19.00	18.00	5.00	19.00
1967	42.00	23.00	22.00	4.00	2.50	1.00	8.50	4.00	5.00	SD	10.00	4.00	42.00
1968	6.00	5.50	12.50	9.00	4.00	0.50	3.00	7.00	4.00	24.00	10.00	SD	24.00
1969	15.00	28.00	22.00	21.00	6.00	10.00	0.50	4.00	9.00	8.00	14.00	10.00	28.00
1970	13.00	12.50	27.00	10.00	13.00	4.50	0.50	5.00	10.00	33.00	17.00	14.00	33.00
1971	11.00	18.50	53.00	23.00	18.50	7.00	0.50	3.00	8.50	11.50	14.00	13.00	53.00
1972	11.00	27.00	37.00	30.00	1.50	4.50	4.00	3.00	5.00	0.50	7.00	22.50	37.00
1973	12.00	19.00	40.50	55.00	10.00	8.00	6.00	16.00	17.00	11.00	7.50	12.50	55.00
1974	7.00	30.50	18.00	9.50	2.50	11.50	13.00	15.00	13.00	15.00	10.00	13.50	30.50
1975	8.00	19.00	32.00	21.50	13.00	6.00	1.50	15.50	5.50	27.00	20.00	2.00	32.00
1976	19.50	26.50	18.00	19.00	16.50	6.00	1.50	0.00	1.50	8.00	12.50	6.00	26.50
1977	24.50	21.00	36.00	23.00	9.50	11.00	0.00	0.00	10.50	4.50	8.00	7.00	36.00
1978	8.00	11.50	25.50	20.50	11.50	4.00	12.00	7.00	5.00	9.00	8.00	5.00	25.50
1979	16.50	17.00	17.00	15.00	8.00	5.00	0.50	10.50	12.00	5.50	5.00	3.00	17.00
1980	8.00	11.00	33.50	19.00	5.50	0.00	2.50	0.00	0.00	21.00	15.00	6.00	33.50
1981	5.50	35.00	39.00	25.00	5.00	9.00	4.00	3.50	0.00	5.00	13.00	20.00	39.00
1982	10.00	14.00	8.00	40.50	9.00	3.00	0.00	0.00	7.50	22.00	15.00	37.00	40.50
1983	32.00	34.50	30.50	20.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	2.00	11.50	34.50
1984	6.00	33.50	19.50	12.50	18.00	5.50	5.50	0.00	0.00	13.50	3.00	3.00	33.50
1985	2.50	2.50	9.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	5.50	20.00	0.00	8.50	20.00
1986	7.50	12.00	20.00	34.00	4.00	0.00	9.00	7.00	5.00	5.50	14.50	13.50	34.00
1987	38.00	23.00	45.00	36.00	7.00	0.00	2.00	0.00	5.00	11.50	4.50	5.00	45.00
1988	22.50	12.00	8.00	43.50	27.50	1.00	0.00	0.00	8.50	13.00	22.00	6.00	43.50
1989	20.00	25.00	62.00	22.00	20.00	13.00	0.00	2.00	23.00	12.00	3.00	0.00	62.00
1990	8.00	16.50	17.00	16.00	12.50	11.50	5.50	0.00	0.50	27.00	31.50	7.50	31.50
1991	10.00	21.50	6.00	17.50	2.00	0.00	0.00	0.00	5.00	2.50	7.00	21.50	21.50
1992	5.00	4.50	14.00	22.00	6.00	3.00	0.00	3.00	8.50	7.50	14.00	21.00	22.00
1993	10.00	36.60	29.00	22.00	12.00	3.00	3.50	3.00	4.50	11.00	3.50	12.50	36.60
1994	16.00	24.00	25.00	26.50	5.50	8.00	1.50	3.00	7.00	13.00	15.00	7.50	26.50
1995	39.00	44.00	54.00	37.50	25.50	2.00	17.00	2.00	8.50	26.50	42.50	120.40	120.40
1996	17.10	54.50	111.30	39.20	8.80	17.00	T	9.60	T	70.00	11.60	3.90	111.30
1997	27.30	74.50	44.70	50.90	7.30	1.80	0.00	0.00	3.80	26.20	43.40	58.40	74.50
1998	27.20	119.00	143.90	178.20	113.80	6.30	2.70	4.20	27.60	48.10	19.10	13.50	178.20
1999	52.80	273.00	51.70	47.70	49.00	11.30	1.90	23.30	21.00	14.00	34.40	11.80	273.00
2000	50.40	116.80	194.40	102.80	48.00	36.40	2.80	14.80	SD	SD	SD	SD	194.40
2001	15.10	31.00	26.60	31.20	8.80	0.60	6.70	1.80	16.60	15.30	22.50	9.80	31.20
2002	15.30	43.60	35.90	54.40	17.00	2.60	SD	0.00	SD	SD	SD	14.50	54.40
2003	21.70	28.50	14.80	6.40	14.00	10.60	5.50	1.50	7.10	4.70	13.40	20.00	28.50
2004	12.20	7.20	13.70	22.90	10.00	1.80	6.80	0.00	17.30	19.40	12.70	20.60	22.90
2005	SD	21.80	SD	9.50	1.80	4.80	0.60	1.00	3.70	12.00	7.80	10.50	21.80
2006	14.60	33.70	45.30	17.40	2.50	10.90	13.20	1.80	1.80	9.10	36.00	10.70	45.30
2007	14.30	11.20	22.20	14.10	7.80	1.30	3.00	10.00	1.80	20.30	20.50	8.60	22.20
2008	17.10	49.70	22.50	16.00	14.80	7.90	7.90	5.10	9.90	18.70	8.50	3.90	49.70
2009	35.40	17.30	39.50	9.70	10.90	9.00	4.00	11.80	15.30	13.40	17.10	20.60	39.50
2010	10.00	33.20	36.20	33.20	9.40	2.70	1.90	1.60	12.00	32.30	15.20	24.00	36.20
2011	16.10	15.40	11.60	39.90	22.00	3.80	8.20	9.20	13.00		5.80	SD	39.90
2012	21.30	19.50	22.60	25.00	9.60	3.30	0.10	3.50	6.40	24.60	17.00	9.00	25.00
N° DATOS	48.00	49.00	48.00	49.00	49.00	49.00	47.00	49.00	45.00	44.00	47.00	46.00	49.00
PROMEDIO	17.47	32.53	34.65	28.71	14.03	5.66	3.85	4.65	8.68	16.80	14.71	15.22	48.99

Fuente: SENAMHI.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.3

PRECIPITACION MAX EN 24H (mm)

ESTACION : OLMOS

INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

PERIODO: 2007 - 2011

ESTACIÓN: OLMOS

CÓDIGO:

LAT.: 5° 59'

LONG.: 79° 43'

ALT.: 192 msnm

642041.7793 E

9338471.965 N

DPTO.: LAMBAYEQUE

PROV.: LAMBAYEQUE

DIST.: OLMOS

PRECIPITACIÓN (mm)

MÁXIMA EN 24 HORAS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1963													
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	6.40	1.20	2.00	6.40
1965	0.00	5.70	51.50	54.80	2.10	0.00	0.00	0.00	5.90	0.60	4.00	3.50	54.80
1966	3.40	0.00	5.30	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	1.20	4.70	0.00	5.30
1967	29.10	29.30	1.20	45.40	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	17.70	0.00	0.00	45.40
1968	0.40	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	10.00	0.00	0.00	10.00
1969	0.00	10.00	46.30	6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	10.60	46.30
1970	5.10	0.60	5.50	0.30	6.00	2.20	0.00	0.40	1.40	3.70	1.00	0.00	6.00
1971	2.20	18.50	79.80	13.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	4.30	5.60	79.80
1972	0.00	42.50	156.50	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	156.50
1973	32.80	21.60	51.70	57.70	0.00	0.20	0.00	0.00	2.60	0.30	1.50	0.00	57.70
1974	0.00	7.10	8.00	0.80	0.00	1.80	0.00	2.00	0.50	3.70	0.00	0.00	8.00
1975	0.00	23.70	34.50	11.40	0.50	0.20	0.00	0.40	0.50	5.20	0.00	0.00	34.50
1976	34.20	2.60	0.00	2.40	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.20
1977	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	11.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	11.70
1980	0.00	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.80
1981	0.00	3.60	5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	5.20
1982	0.90	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00	7.70	7.70
1983	73.80	67.40	61.50	91.20	74.30	55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90	91.20
1984	3.90	47.00	4.00	2.80	3.00	0.40	0.30	0.00	0.00	3.60	0.00	0.00	47.00
1985	0.00	4.10	0.00	1.60	4.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.80	0.00	5.20	5.20
1986	1.90	10.20	0.20	4.50	0.00	0.00	0.00	0.70	0.90	0.10	0.90	0.00	10.20
1987	2.50	19.00	12.00	7.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00
1988	13.00	7.60	0.00	18.30	7.80	0.00	0.00	3.00	0.00	2.80	0.00	0.00	18.30
1989	7.00	13.80	13.60	4.90	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	13.80
1990	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	5.00	4.60	5.00
1991	0.00	2.80	17.70	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	17.70
1992	0.00	5.10	65.50	85.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	6.70	85.70
1993	0.00	33.90	71.20	48.50	1.30	0.70	0.00	0.00	2.50	0.30	1.50	9.40	71.20
1994	0.80	7.80	76.50	15.60	2.50	0.40	0.00	0.00	3.30	2.10	0.30	2.80	76.50
1995	1.10	25.00	2.60	4.20	0.40	0.00	2.20	0.30	0.00	0.00	4.90	3.30	25.00
1996	0.30	3.40	11.90	8.30	0.50	0.00	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	0.00	11.90
1997	0.00	4.10	4.10	19.90	0.90	0.30	0.00	0.00	7.30	0.00	1.80	26.60	26.60
1998	151.60	135.30	132.00	52.40	16.70	0.60	0.60	0.00	3.20	7.90	0.00	1.40	151.60
1999	5.00	52.10	4.20	29.20	29.60	0.50	0.00	0.00	2.60	2.50	0.20	11.40	52.10
2000	4.40	19.30	82.00	18.40	7.70	1.90	0.00	0.10	0.30	0.00	0.20	10.10	82.00
2001	17.10	21.20	52.00	43.50	0.20	0.60	0.30	0.00	3.20	2.50	6.70	4.30	52.00
2002	0.00	43.10	111.80	91.00	2.90	0.20	0.40	0.00	0.00	4.60	2.20	10.60	111.80
2003	12.20	26.20	2.10	2.50	0.00	0.50	0.00	0.00	1.20	0.00	0.80	8.30	26.20
2004	1.50	0.00	1.60	4.50	1.80	0.00	3.70	0.00	1.20	4.30	0.10	5.70	5.70
2005	1.60	2.90	22.40	1.20	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.80	1.10	2.10	22.40
2006	0.50	15.50	29.70	7.00	S/D	S/D	0.00	0.00	0.10	0.00	2.90	5.30	29.70
2007	2.60	0.10	31.10	5.60	0.60	0.10	0.20	0.00	0.00	4.90	4.10	0.40	31.10
2008	8.00	56.50	89.60	23.70	1.80	0.50	1.10	0.30	0.70	1.10	1.40	0.40	89.60
2009	13.20	28.50	16.00	2.30	5.70	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	1.10	2.30	28.50
2010	1.60	33.20	19.50	12.90	2.80	0.30	0.00	0.00	0.10	7.10	1.30	1.30	33.20
2011	5.20	15.30	0.50	42.40	0.40	2.00	0.00	0.10	0.70	0.20	4.40	1.10	42.40
2012	7.50	80.20	55.80	39.70	0.30	0.00	0.30	0.00	0.00	1.20	1.70	5.10	80.20
N° DATOS	49.00	49.00	49.00	49.00	48.00	48.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00
PROMEDIO	9.07	19.53	29.74	18.41	3.75	1.44	0.28	0.17	0.87	2.14	1.27	3.35	39.74

Fuente: SENAMHI.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.4

PRECIPITACION MAX EN 24H (mm)

ESTACION : PUCHACA

INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

PERIODO: 1963-1982, 2005-2011
 ESTACIÓN: PUCHACA
 CÓDIGO: PLU-3114/DRE-02

LAT.: 06° 22' 669596.1784 E
 LONG.: 79° 28' 9296011.335 N
 ALT.: 500 msnm

DPTO.: LAMBAYEQUE
 PROV.: FERREÑAFE
 DIST.: INCAHUASI

PRECIPITACIÓN (mm)
 MÁXIMA EN 24 HORAS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1963	SD	SD	33.50	4.70	2.10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	SD	SD	33.50
1964	SD	SD	SD	SD	0.00	0.80	SD	0.60	0.30	4.10	1.80	7.20	7.20
1965	SD	9.20	40.00	35.20	7.20	0.00	0.00	0.00	6.30	1.70	10.20	12.30	40.00
1966	3.70	SD	24.30	1.20	0.60	0.00	0.00	0.60	2.50	8.70	5.00	0.00	24.30
1967	23.30	31.50	3.10	0.00	2.00	0.00	2.80	4.30	0.00	8.00	0.00	0.00	31.50
1968	0.40	1.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.80	0.90	0.00	8.80
1969	4.00	20.70	95.40	5.60	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	0.50	95.40
1970	11.00	SD	14.30	1.40	8.90	0.60	0.00	0.00	1.50	8.30	3.00	0.50	14.30
1971	0.00	18.50	59.00	21.60	1.60	0.00	0.00	0.70	0.50	0.80	1.70	7.50	59.00
1972	3.10	30.60	100.40	14.40	0.80	1.80	0.50	0.00	0.80	SD	2.20	4.40	100.40
1973	58.40	50.30	20.00	10.30	1.10	0.50	0.40	1.10	6.00	0.20	0.90	0.00	58.40
1974	3.60	27.50	0.90	1.30	4.50	8.00	0.00	2.40	SD	SD	SD	0.00	27.50
1975	2.80	33.30	60.30	14.30	2.00	2.10	SD	4.50	1.10	13.00	4.10	0.00	60.30
1976	62.70	21.00	1.40	4.10	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	62.70
1977	6.40	19.70	60.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	4.80	0.00	0.00	60.00
1978	0.00	12.30	101.50	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.60	0.00	101.50
1979	5.10	5.80	40.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	40.10
1980	1.10	3.10	9.90	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.10	SD	0.00	11.10
1981	0.00	9.50	20.30	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	20.30
1982	0.00	6.30	2.00	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	7.80	15.50	23.20	23.20
1983	86.20	28.20	150.00	81.10	80.40	15.40	0.00	0.00	0.90	15.70	0.00	0.00	150.00
1984	10.20	30.20	18.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.60	30.20
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	6.10
1986	3.10	0.00	0.00	8.20	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	0.60	3.50	4.70	8.20
1987	8.50	40.20	60.20	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	60.20
1988	3.10	4.60	0.00	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.70
1989	0.00	20.10	51.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	0.00	51.50
1990	0.00	1.30	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	8.50	0.00	8.50
1991	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	4.20
1992	4.10	6.70	12.90	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70	2.10	8.50	0.00	12.90
1993	0.70	10.20	60.90	3.60	0.00	0.00	0.40	1.70	5.60	15.70	20.90	0.60	60.90
1994	6.20	18.70	95.20	9.30	2.10	0.00	0.00	0.00	0.40	0.90	5.40	1.30	95.20
1995	58.90	65.30	11.10	5.20	1.00	0.00	2.10	0.00	0.20	1.10	1.20	4.90	65.30
1996	0.60	1.40	30.30	5.40	3.50	0.20	0.00	0.30	0.30	1.10	0.20	0.00	30.30
1997	0.50	3.70	30.00	16.10	1.10	1.20	0.00	5.90	0.80	1.70	8.60	25.00	30.00
1998	150.20	105.40	147.00	23.20	10.40	1.70	0.40	0.30	5.10	1.70	0.80	8.40	150.20
1999	20.40	70.30	10.20	20.70	12.50	5.20	0.00	0.60	2.10	5.30	0.30	11.50	70.30
2000	21.80	24.00	55.60	14.60	3.40	0.50	0.00	2.60	0.50	0.00	0.00	3.70	55.60
2001	7.20	16.90	128.30	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.50	0.10	0.00	128.30
2002	0.00	74.70	37.20	63.20	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	1.20	2.10	74.70
2003	12.70	40.30	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	2.10	40.30
2004	5.00	3.50	73.50	8.90	0.00	0.00	4.10	0.00	1.80	5.00	0.00	7.50	73.50
2005	SD	SD	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.70
2006	41.50	26.20	58.20	12.10	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	2.90	5.30	6.20	58.20
2007	7.60	5.00	10.80	2.30	5.00	0.00	0.00	2.50	0.00	3.20	2.80	1.00	10.80
2008	SD	40.90	23.90	37.40	4.20	3.60	0.00	0.00	0.00	3.00	1.10	0.00	40.90
2009	55.20	11.20	25.50	0.00	0.00	0.00	1.60	2.00	0.00	2.00	2.00	5.30	55.20
2010	11.50	34.60	38.20	10.40	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	10.40	4.90	4.40	38.20
2011	7.60	22.30	0.00	15.10	1.40	0.00	0.00	0.00					22.30
2012	4.20	46.70	60.40	9.20	0.00	0.60	0.00	0.00	1.20	9.80	6.20	3.80	60.40
N° DATOS	45.00	45.00	48.00	49.00	50.00	50.00	48.00	50.00	48.00	47.00	46.00	48.00	49.00
PROMEDIO	15.84	23.41	39.12	11.78	3.25	0.96	0.26	0.65	1.11	4.25	2.84	3.10	47.96

Fuente: SENAMHI.

Áreas del triángulo de Thiessen

Estación Incahuasi : 96576627.17 m²
 Estación Olmos : 40767003.07 m²
 Estación Puchaca : 53692343.04 m²

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.5

PRECIPITACION MEDIA MAXIMA EN 24 HORAS GENERADAS EN LA CUENCA CHOCHOPE

ESTACION :
 PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
 UBICACIÓN:

LAT.:
 LONG.:
 ALT.:

DEP.: LAMBAYEQUE
 PROV.: LAMBAYEQUE
 DIST.: CHÓCHOPE

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máx
1965	SD	8.86	30.07	33.22	8.54	2.02	3.03	1.26	17.18	8.19	15.85	18.36	33.22
1966	6.82	SD	17.57	6.70	5.22	0.51	2.02	2.95	6.56	12.31	11.51	2.53	17.57
1967	33.99	26.73	12.25	11.71	1.83	0.51	5.55	3.23	2.53	SD	5.06	2.02	33.99
1968	3.23	3.20	6.40	5.13	2.02	0.25	1.56	3.54	2.06	16.74	5.31	SD	16.74
1969	8.71	22.11	47.82	13.62	3.60	5.06	0.25	2.02	4.55	4.21	7.85	7.46	47.82
1970	10.75	SD	18.84	5.51	10.35	2.91	0.25	2.61	5.78	19.81	9.65	7.22	19.81
1971	6.03	18.50	60.19	20.54	9.80	3.54	0.25	1.71	4.44	6.42	8.47	9.88	60.19
1972	6.43	31.32	80.32	21.77	0.98	2.72	2.16	1.52	2.75	SD	4.16	12.78	80.32
1973	29.48	28.35	37.13	43.01	5.36	4.23	3.15	8.40	10.84	5.68	4.36	6.32	43.01
1974	4.55	24.66	11.06	5.34	2.53	8.45	6.57	8.68	SD	SD	SD	6.82	24.66
1975	4.83	24.02	40.49	17.32	7.24	3.67	SD	9.19	3.20	18.41	11.26	1.01	40.49
1976	34.78	19.85	9.49	11.27	9.07	3.15	0.76	0.00	0.76	4.04	6.43	3.03	34.78
1977	14.18	16.15	37.20	14.44	4.80	5.56	0.00	0.00	6.46	3.62	4.04	3.54	37.20
1978	4.04	9.27	41.42	10.48	5.81	2.02	6.07	3.54	2.58	4.55	4.21	2.53	41.42
1979	9.77	10.22	22.36	7.65	4.04	2.53	0.25	5.31	7.51	2.78	2.53	1.52	22.36
1980	4.35	7.67	19.72	10.76	2.78	0.00	1.26	0.00	0.00	13.74	SD	3.03	19.72
1981	2.78	21.13	26.53	15.42	2.53	4.55	2.02	1.77	0.00	2.70	6.88	10.37	26.53
1982	5.25	9.13	4.61	23.06	4.55	1.52	0.00	0.00	4.33	13.91	11.94	26.87	26.87
1983	56.15	39.75	70.70	52.37	49.57	16.07	0.00	0.00	0.25	8.96	1.01	6.43	70.70
1984	6.73	35.45	15.88	6.92	9.91	2.87	2.84	0.00	0.00	13.21	1.52	1.69	35.45
1985	1.26	2.14	4.55	0.34	5.91	0.00	0.00	0.11	2.78	12.00	0.00	5.41	12.00
1986	5.07	8.24	10.15	20.45	2.02	0.00	4.55	4.33	2.72	2.97	8.51	8.15	20.45
1987	22.13	26.98	42.23	21.46	3.54	0.00	1.40	0.00	2.53	5.90	2.27	2.53	42.23
1988	15.02	8.98	4.04	28.62	15.57	0.51	0.00	0.64	4.30	7.17	11.12	3.03	28.62
1989	11.60	21.23	48.72	12.17	10.67	6.57	0.00	1.01	11.63	7.68	1.52	0.00	48.72
1990	4.04	9.58	8.82	8.09	6.32	5.81	2.78	0.00	0.25	14.99	19.38	4.77	19.38
1991	5.06	11.47	6.81	10.95	1.01	0.00	0.00	0.00	2.53	1.26	3.60	11.19	11.47
1992	3.68	5.25	24.68	32.92	3.03	1.52	0.00	1.52	5.62	4.38	9.57	12.05	32.92
1993	5.25	28.60	45.97	22.48	6.34	1.57	1.88	1.99	4.65	10.04	7.95	8.49	45.97
1994	10.00	19.05	56.00	19.34	3.90	3.12	0.76	1.52	4.36	7.27	9.16	4.75	56.00
1995	36.51	45.93	30.97	21.32	13.26	1.01	9.65	1.08	4.35	13.71	22.87	62.95	62.95
1996	8.88	28.67	67.32	23.11	5.54	8.65	SD	5.04	SD	35.91	5.92	1.97	67.32
1997	13.94	39.58	31.90	34.50	4.19	1.31	0.00	1.66	3.70	13.72	24.74	42.23	42.23
1998	88.32	118.66	142.23	107.79	64.02	3.79	1.61	2.21	16.07	26.48	9.88	9.48	142.23
1999	33.49	168.89	29.90	36.16	34.60	7.28	0.96	11.95	11.76	9.10	17.52	11.63	168.89
2000	32.55	69.91	131.40	60.00	26.86	18.95	1.42	8.23	SD	SD	SD	SD	131.40
2001	13.31	24.95	60.60	39.33	4.49	0.43	3.45	0.91	9.27	8.69	12.83	5.87	60.60
2002	7.73	52.23	52.46	64.68	10.37	1.36	SD	0.00	SD	SD	SD	10.18	64.68
2003	17.14	31.33	7.93	3.77	7.08	5.86	2.78	0.76	3.85	2.38	7.28	12.47	31.33
2004	7.89	4.62	27.93	15.04	5.44	0.91	5.38	0.00	9.51	12.13	6.44	13.74	27.93
2005	SD	SD	SD	5.06	0.97	2.55	0.30	0.51	1.87	6.43	4.18	5.76	6.43
2006	19.15	27.71	45.60	13.69	SD	SD	6.67	0.91	0.93	5.42	20.31	8.28	45.60
2007	9.92	7.09	20.90	8.97	5.48	0.88	1.56	5.76	0.91	12.21	12.03	4.71	20.90
2008	SD	48.68	37.21	23.66	9.05	5.11	4.23	2.64	5.15	10.53	4.91	2.06	48.68
2009	36.23	17.98	30.55	5.39	6.73	4.55	2.51	6.53	7.73	7.34	9.44	12.39	36.23
2010	8.63	33.59	33.20	22.46	5.35	1.57	0.96	0.81	6.09	20.77	9.34	13.65	33.59
2011	11.38	17.32	5.97	33.46	11.60	2.35	4.15	4.67	6.72	0.04	3.87	0.23	33.46
2012	13.55	40.10	40.31	23.70	4.92	1.84	0.11	1.77	3.57	15.45	10.70	6.71	40.31

Fuente: Elaboración Propia.

7.1.2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

La información cartográfica primaria se obtiene de las cartas nacionales, Google Earth que para el presente caso, se procederá a delimitar el área de drenaje en forma manual en el AUTO CAD CIVIL 3D.

7.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La hidrología siendo una ciencia apoyada en las estadísticas y probabilidades, debe entenderse como tal, de manera que todos los valores calculados representan una posible ocurrencia, más aún, cuando los registros

proporcionados por las entidades oficiales, a veces, no cuentan con la extensión suficiente o son inconsistentes.

Para realizar los cálculos necesarios que permitan obtener como resultado final los caudales de diseño, se ha recurrido a la información pluviométrica de las estaciones indicadas, las cuales tienen suficiente período de registro.

El parámetro elegido para obtener los resultados que se buscan son las precipitaciones máximas en 24 horas de las estaciones Incahuasi, Olmos, Puchaca.

Precipitaciones máximas en 24 horas

Como se aprecia en el Cuadro No 01, las estaciones pluviométricas a ser analizadas tienen sus registros de precipitaciones de varios años.

Analizando la información y los datos estadísticos se pueden resaltar algunos aspectos sumamente notorios o importantes.

7.3. DETERMINACIÓN DE LAS CURVAS IDF

7.3.1. REGISTROS HISTÓRICOS DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

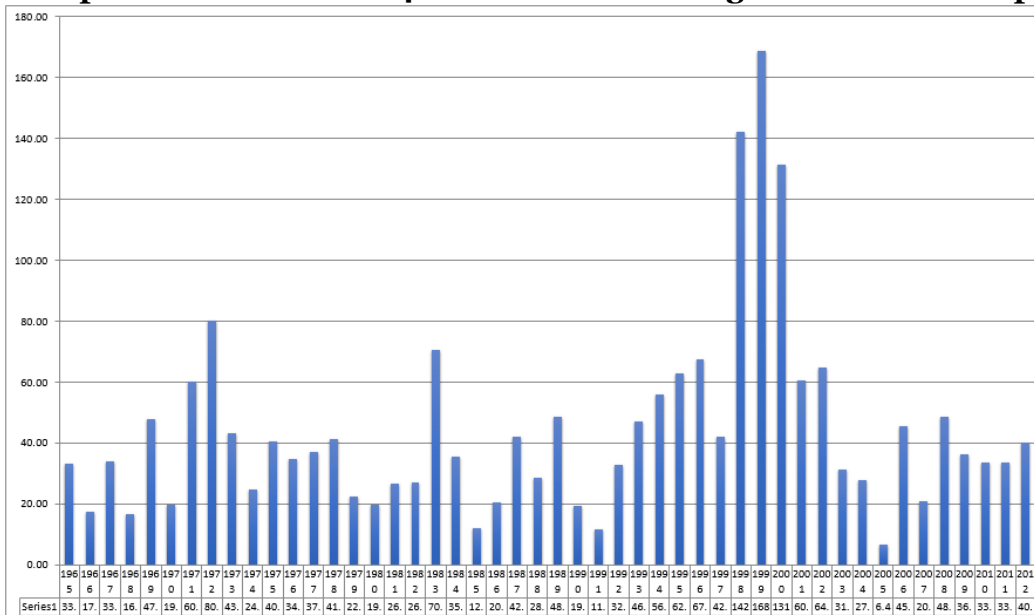
Se tomaron las precipitaciones máximas en 24 horas generadas.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.6

PRECIPITACION MAX. EN 24H (mm)	
GENERADA	
AÑOS	mm
1965	33.22
1966	17.57
1967	33.99
1968	16.74
1969	47.82
1970	19.81
1971	60.19
1972	80.32
1973	43.01
1974	24.66
1975	40.49
1976	34.78
1977	37.20
1978	41.42
1979	22.36
1980	19.72
1981	26.53
1982	26.87
1983	70.70
1984	35.45
1985	12.00
1986	20.45
1987	42.23
1988	28.62
1989	48.72
1990	19.38
1991	11.47
1992	32.92
1993	46.97
1994	56.00
1995	62.95
1996	67.32
1997	42.23
1998	142.23
1999	168.89
2000	131.40
2001	60.60
2002	64.68
2003	31.33
2004	27.93
2005	6.43
2006	45.60
2007	20.90
2008	48.68
2009	36.23
2010	33.59
2011	33.46
2012	40.31

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.1: Histograma de Precipitaciones Máx. en 24h Anuales. Estación generada - Chóchope



Fuente: Elaboración Propia.

7.3.2. ANÁLISIS DE FRECUENCIA

Se efectuó el análisis de frecuencias con el fin de ajustar a una serie anual de la precipitación calculada a una función de distribución probabilística teórica, para ello se empleó las distribuciones estadísticas a las cuales se le realizó una prueba de bondad para elegir a la distribución que mejor se ajuste.

La función probabilística que mejor se adapta a los datos históricos en las condiciones que están actualmente en rangos muy grandes entre máximas y mínimas, es:

- Distribución normal: los datos no se ajustan a la distribución
- Distribución Log-Normal 2 parámetros: los datos se ajustan a la distribución.
- Distribución Log-Normal 3 parámetros: los datos se ajustan a la distribución.
- Distribución Gamma 2 parámetros: los datos se ajustan a la distribución.
- Distribución Gamma 3 parámetros: los datos no se ajustan a la distribución.
- Distribución Gumbel: los datos se ajustan a la distribución.
- Distribución Log-Gumbel: los datos se ajustan a la distribución.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.7

AJUSTE DE UNA SERIE DE DATOS A LA DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL 2 PARÁMETROS

N°	X	m	Pmáx. Ordenado	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	33.22	1	6.4300	0.0204	0.0028	0.0024	0.0176
2	17.57	2	11.4700	0.0408	0.0327	0.0300	0.0081
3	33.99	3	12.0000	0.0612	0.0384	0.0354	0.0228
4	16.74	4	16.7400	0.0816	0.1080	0.1032	0.0264
5	47.82	5	17.5700	0.1020	0.1231	0.1182	0.0210
6	19.81	6	19.3800	0.1224	0.1579	0.1529	0.0355
7	60.19	7	19.7200	0.1429	0.1647	0.1597	0.0219
8	80.32	8	19.8100	0.1633	0.1666	0.1615	0.0033
9	43.01	9	20.4500	0.1837	0.1796	0.1746	0.0041
10	24.66	10	20.9000	0.2041	0.1888	0.1839	0.0152
11	40.49	11	22.3600	0.2245	0.2194	0.2146	0.0051
12	34.78	12	24.6600	0.2449	0.2685	0.2642	0.0236
13	37.2	13	26.5300	0.2653	0.3083	0.3046	0.0430
14	41.42	14	26.8700	0.2857	0.3155	0.3120	0.0298
15	22.36	15	27.9300	0.3061	0.3379	0.3346	0.0317
16	19.72	16	28.6200	0.3265	0.3523	0.3493	0.0257
17	26.53	17	31.3300	0.3469	0.4073	0.4054	0.0604
18	26.87	18	32.9200	0.3673	0.4383	0.4370	0.0709
19	70.7	19	33.2200	0.3878	0.4440	0.4428	0.0563
20	35.45	20	33.4600	0.4082	0.4486	0.4475	0.0404
21	12	21	33.5900	0.4286	0.4510	0.4500	0.0224
22	20.45	22	33.9900	0.4490	0.4585	0.4577	0.0095
23	42.23	23	34.7800	0.4694	0.4731	0.4726	0.0037
24	28.62	24	35.4500	0.4898	0.4853	0.4850	0.0045
25	48.72	25	36.2300	0.5102	0.4992	0.4992	0.0110
26	19.38	26	37.2000	0.5306	0.5160	0.5164	0.0146
27	11.47	27	40.3100	0.5510	0.5670	0.5684	0.0160
28	32.92	28	40.4900	0.5714	0.5698	0.5712	0.0017
29	46.97	29	41.4200	0.5918	0.5840	0.5857	0.0078
30	56	30	42.2300	0.6122	0.5960	0.5980	0.0162
31	62.95	31	42.2300	0.6327	0.5960	0.5980	0.0366
32	67.32	32	43.0100	0.6531	0.6073	0.6095	0.0457
33	42.23	33	45.6000	0.6735	0.6428	0.6457	0.0307
34	142.23	34	46.9700	0.6939	0.6603	0.6635	0.0336
35	168.89	35	47.8200	0.7143	0.6708	0.6741	0.0435
36	131.4	36	48.6800	0.7347	0.6810	0.6845	0.0537
37	60.6	37	48.7200	0.7551	0.6815	0.6850	0.0736
38	64.68	38	56.0000	0.7755	0.7564	0.7609	0.0192
39	31.33	39	60.1900	0.7959	0.7910	0.7959	0.0049
40	27.93	40	60.6000	0.8163	0.7942	0.7990	0.0222
41	6.43	41	62.9500	0.8367	0.8111	0.8160	0.0257
42	45.6	42	64.6800	0.8571	0.8226	0.8276	0.0346
43	20.9	43	67.3200	0.8776	0.8387	0.8438	0.0388
44	48.68	44	70.7000	0.8980	0.8571	0.8622	0.0408
45	36.23	45	80.3200	0.9184	0.8982	0.9029	0.0201
46	33.59	46	131.4000	0.9388	0.9803	0.9822	0.0415
47	33.46	47	142.2300	0.9592	0.9856	0.9872	0.0264
48	40.31	48	168.8900	0.9796	0.9931	0.9940	0.0135

Fuente: Elaboración Propia.

Ajuste con momentos ordinarios:

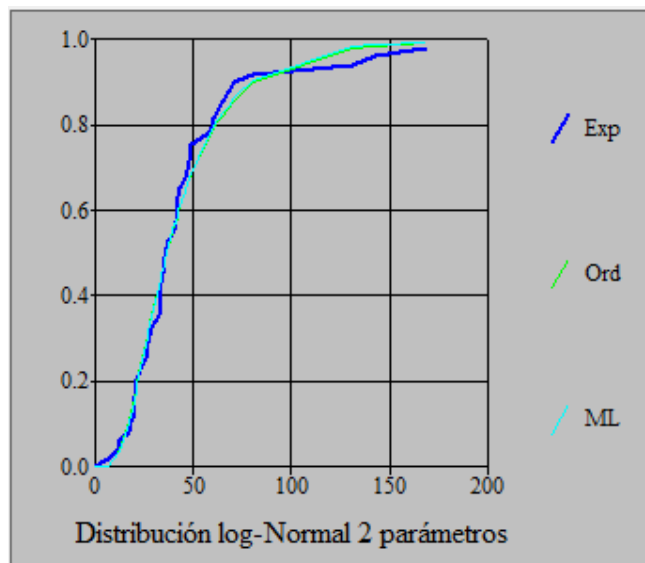
Como el delta teórico 0.0736, es menor que el delta tabular 0.1963. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:
Parámetro de escala (μy)= 3.5912
Parámetro de forma (Sy)= 0.6251

Con momentos lineales:
Parámetro de escala (μy)= 3.5912
Parámetro de forma (Sy)= 0.6122

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.2: Representación gráfica de la distribución Log-Normal 2 parámetros.



Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.8

AJUSTE DE UNA SERIE DE DATOS A LA DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL 3 PARÁMETROS							
N°	X	m	Pmáx. Ordenado	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	33.22	1	6.4300	0.0204	-2.6346	0.0042	0.0162
2	17.57	2	11.4700	0.0408	-1.8215	0.0343	0.0066
3	33.99	3	12.0000	0.0612	-1.7547	0.0397	0.0216
4	16.74	4	16.7400	0.0816	-1.2501	0.1056	0.0240
5	47.82	5	17.5700	0.1020	-1.1752	0.1200	0.0179
6	19.81	6	19.3800	0.1224	-1.0224	0.1533	0.0309
7	60.19	7	19.7200	0.1429	-0.9951	0.1598	0.0170
8	80.32	8	19.8100	0.1633	-0.9879	0.1616	0.0017
9	43.01	9	20.4500	0.1837	-0.9380	0.1741	0.0095
10	24.66	10	20.9000	0.2041	-0.9037	0.1831	0.0210
11	40.49	11	22.3600	0.2245	-0.7969	0.2127	0.0117
12	34.78	12	24.6600	0.2449	-0.6411	0.2607	0.0158
13	37.2	13	26.5300	0.2653	-0.5241	0.3001	0.0348
14	41.42	14	26.8700	0.2857	-0.5037	0.3073	0.0215
15	22.36	15	27.9300	0.3061	-0.4414	0.3295	0.0233
16	19.72	16	28.6200	0.3265	-0.4021	0.3438	0.0173
17	26.53	17	31.3300	0.3469	-0.2557	0.3991	0.0521
18	26.87	18	32.9200	0.3673	-0.1753	0.4304	0.0631
19	70.7	19	33.2200	0.3878	-0.1606	0.4362	0.0485
20	35.45	20	33.4600	0.4082	-0.1489	0.4408	0.0327
21	12	21	33.5900	0.4286	-0.1425	0.4433	0.0148
22	20.45	22	33.9900	0.4490	-0.1233	0.4509	0.0020
23	42.23	23	34.7800	0.4694	-0.0858	0.4658	0.0036
24	28.62	24	35.4500	0.4898	-0.0547	0.4782	0.0116
25	48.72	25	36.2300	0.5102	-0.0191	0.4924	0.0178
26	19.38	26	37.2000	0.5306	0.0241	0.5096	0.0210
27	11.47	27	40.3100	0.5510	0.1558	0.5619	0.0109
28	32.92	28	40.4900	0.5714	0.1631	0.5648	0.0066
29	46.97	29	41.4200	0.5918	0.2004	0.5794	0.0124
30	56	30	42.2300	0.6122	0.2323	0.5919	0.0204
31	62.95	31	42.2300	0.6327	0.2323	0.5919	0.0408
32	67.32	32	43.0100	0.6531	0.2625	0.6035	0.0495
33	42.23	33	45.6000	0.6735	0.3589	0.6402	0.0333
34	142.23	34	46.9700	0.6939	0.4078	0.6583	0.0356
35	168.89	35	47.8200	0.7143	0.4375	0.6691	0.0452
36	131.4	36	48.6800	0.7347	0.4670	0.6798	0.0549
37	60.6	37	48.7200	0.7551	0.4684	0.6802	0.0749
38	64.68	38	56.0000	0.7755	0.6996	0.7579	0.0176
39	31.33	39	60.1900	0.7959	0.8198	0.7938	0.0021
40	27.93	40	60.6000	0.8163	0.8311	0.7970	0.0193
41	6.43	41	62.9500	0.8367	0.8946	0.8145	0.0222
42	45.6	42	64.6800	0.8571	0.9399	0.8264	0.0308
43	20.9	43	67.3200	0.8776	1.0068	0.8430	0.0346
44	48.68	44	70.7000	0.8980	1.0889	0.8619	0.0361
45	36.23	45	80.3200	0.9184	1.3030	0.9037	0.0147
46	33.59	46	131.4000	0.9388	2.1345	0.9836	0.0448
47	33.46	47	142.2300	0.9592	2.2689	0.9884	0.0292
48	40.31	48	168.8900	0.9796	2.5610	0.9948	0.0152

Fuente: Elaboración Propia.

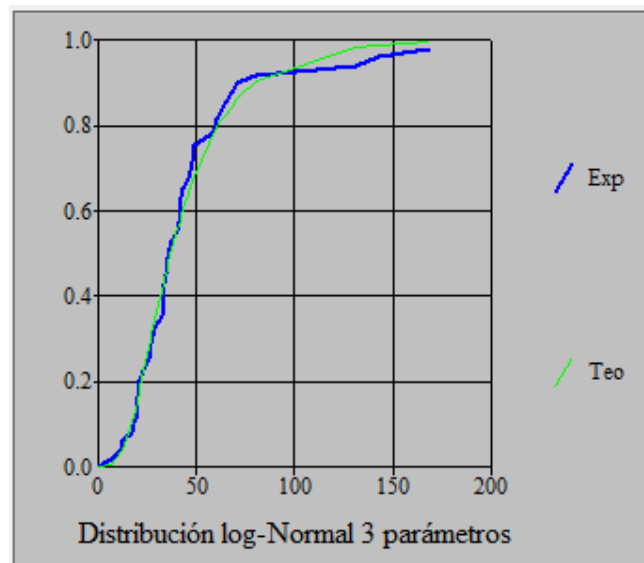
Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0749, es menor que el delta tabular 0.1963. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución lognormal:

Parámetro de posición (x_0)= -1.9157
Parámetro de escala ($\mu\gamma$)= 3.6525
Parámetro de forma ($S\gamma$)= 0.581

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.3: Representación gráfica de la distribución Log-Normal 3 parámetros.



Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.9

AJUSTE DE UNA SERIE DE DATOS A LA DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 2 PARÁMETROS

N°	X	m	Pmáx. Ordenado	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	33.22	1	6.4300	0.0204	0.0143	0.1106	0.0061
2	17.57	2	11.4700	0.0408	0.0552	0.2003	0.0144
3	33.99	3	12.0000	0.0612	0.0610	0.2094	0.0002
4	16.74	4	16.7400	0.0816	0.1231	0.2880	0.0415
5	47.82	5	17.5700	0.1020	0.1356	0.3011	0.0336
6	19.81	6	19.3800	0.1224	0.1641	0.3291	0.0417
7	60.19	7	19.7200	0.1429	0.1696	0.3342	0.0268
8	80.32	8	19.8100	0.1633	0.1711	0.3356	0.0078
9	43.01	9	20.4500	0.1837	0.1816	0.3452	0.0020
10	24.66	10	20.9000	0.2041	0.1892	0.3519	0.0149
11	40.49	11	22.3600	0.2245	0.2140	0.3731	0.0105
12	34.78	12	24.6600	0.2449	0.2541	0.4054	0.0092
13	37.2	13	26.5300	0.2653	0.2873	0.4306	0.0220
14	41.42	14	26.8700	0.2857	0.2934	0.4350	0.0077
15	22.36	15	27.9300	0.3061	0.3124	0.4488	0.0062
16	19.72	16	28.6200	0.3265	0.3247	0.4576	0.0018
17	26.53	17	31.3300	0.3469	0.3729	0.4909	0.0260
18	26.87	18	32.9200	0.3673	0.4008	0.5096	0.0335
19	70.7	19	33.2200	0.3878	0.4060	0.5130	0.0183
20	35.45	20	33.4600	0.4082	0.4102	0.5157	0.0020
21	12	21	33.5900	0.4286	0.4125	0.5172	0.0161
22	20.45	22	33.9900	0.4490	0.4194	0.5218	0.0296
23	42.23	23	34.7800	0.4694	0.4329	0.5306	0.0364
24	28.62	24	35.4500	0.4898	0.4443	0.5380	0.0455
25	48.72	25	36.2300	0.5102	0.4575	0.5464	0.0527
26	19.38	26	37.2000	0.5306	0.4736	0.5567	0.0527
27	11.47	27	40.3100	0.5510	0.5237	0.5883	0.0273
28	32.92	28	40.4900	0.5714	0.5265	0.5901	0.0449
29	46.97	29	41.4200	0.5918	0.5409	0.5990	0.0509
30	56	30	42.2300	0.6122	0.5532	0.6067	0.0590
31	62.95	31	42.2300	0.6327	0.5532	0.6067	0.0794
32	67.32	32	43.0100	0.6531	0.5649	0.6140	0.0882
33	42.23	33	45.6000	0.6735	0.6021	0.6372	0.0713
34	142.23	34	46.9700	0.6939	0.6210	0.6489	0.0729
35	168.89	35	47.8200	0.7143	0.6323	0.6560	0.0820
36	131.4	36	48.6800	0.7347	0.6436	0.6631	0.0911
37	60.6	37	48.7200	0.7551	0.6441	0.6634	0.1110
38	64.68	38	56.0000	0.7755	0.7291	0.7177	0.0464
39	31.33	39	60.1900	0.7959	0.7702	0.7450	0.0257
40	27.93	40	60.6000	0.8163	0.7739	0.7475	0.0424
41	6.43	41	62.9500	0.8367	0.7943	0.7616	0.0424
42	45.6	42	64.6800	0.8571	0.8083	0.7714	0.0488
43	20.9	43	67.3200	0.8776	0.8281	0.7857	0.0494
44	48.68	44	70.7000	0.8980	0.8509	0.8027	0.0471
45	36.23	45	80.3200	0.9184	0.9017	0.8443	0.0167
46	33.59	46	131.4000	0.9388	0.9913	0.9563	0.0526
47	33.46	47	142.2300	0.9592	0.9950	0.9667	0.0358
48	40.31	48	168.8900	0.9796	0.9987	0.9830	0.0191

Fuente: Elaboración propia.

Ajuste con momentos ordinarios:

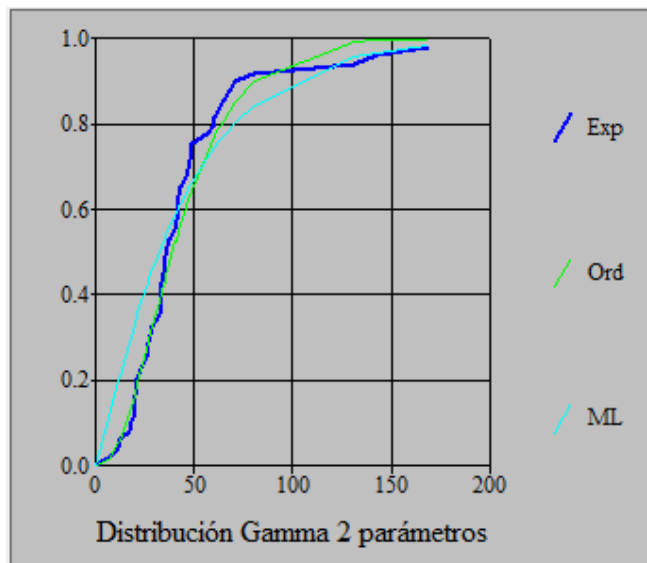
Como el delta teórico 0.1110, es menor que el delta tabular 0.1963. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:

Con momentos ordinarios:
Parámetro de forma (gamma)= 2.7176
Parámetro de escala (beta)= 16.2242

Con momentos lineales:
Parámetro de forma (gamma)= 1.1427
Parámetro de escala (beta)= 38.5859

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.4: Representación gráfica de la distribución Gamma 2 parámetros.



ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.10

AJUSTE DE UNA SERIE DE DATOS A LA DISTRIBUCIÓN GUMBEL

N°	X	m	Pmáx. Ordenado	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	33.22	1	6.4300	0.0204	0.0777	0.0429	0.0573
2	17.57	2	11.4700	0.0408	0.1242	0.0821	0.0834
3	33.99	3	12.0000	0.0612	0.1298	0.0871	0.0686
4	16.74	4	16.7400	0.0816	0.1850	0.1403	0.1034
5	47.82	5	17.5700	0.1020	0.1955	0.1509	0.0935
6	19.81	6	19.3800	0.1224	0.2193	0.1754	0.0968
7	60.19	7	19.7200	0.1429	0.2239	0.1802	0.0810
8	80.32	8	19.8100	0.1633	0.2251	0.1815	0.0618
9	43.01	9	20.4500	0.1837	0.2338	0.1906	0.0501
10	24.66	10	20.9000	0.2041	0.2399	0.1972	0.0359
11	40.49	11	22.3600	0.2245	0.2603	0.2190	0.0358
12	34.78	12	24.6600	0.2449	0.2932	0.2549	0.0483
13	37.2	13	26.5300	0.2653	0.3204	0.2852	0.0551
14	41.42	14	26.8700	0.2857	0.3254	0.2908	0.0397
15	22.36	15	27.9300	0.3061	0.3411	0.3083	0.0349
16	19.72	16	28.6200	0.3265	0.3412	0.3198	0.0247
17	26.53	17	31.3300	0.3469	0.3913	0.3653	0.0444
18	26.87	18	32.9200	0.3673	0.4148	0.3920	0.0474
19	70.7	19	33.2200	0.3878	0.4192	0.3971	0.0314
20	35.45	20	33.4600	0.4082	0.4227	0.4011	0.0145
21	12	21	33.5900	0.4286	0.4246	0.4033	0.0040
22	20.45	22	33.9900	0.4490	0.4304	0.4100	0.0185
23	42.23	23	34.7800	0.4694	0.4419	0.4232	0.0275
24	28.62	24	35.4500	0.4898	0.4516	0.4343	0.0382
25	48.72	25	36.2300	0.5102	0.4629	0.4472	0.0473
26	19.38	26	37.2000	0.5306	0.4767	0.4631	0.0539
27	11.47	27	40.3100	0.5510	0.5201	0.5129	0.0309
28	32.92	28	40.4900	0.5714	0.5226	0.5158	0.0489
29	46.97	29	41.4200	0.5918	0.5352	0.5302	0.0567
30	56	30	42.2300	0.6122	0.5460	0.5426	0.0662
31	62.95	31	42.2300	0.6327	0.5460	0.5426	0.0866
32	67.32	32	43.0100	0.6531	0.5563	0.5544	0.0867
33	42.23	33	45.6000	0.6735	0.5896	0.5922	0.0839
34	142.23	34	46.9700	0.6939	0.6065	0.6113	0.0874
35	168.89	35	47.8200	0.7143	0.6168	0.6229	0.0975
36	131.4	36	48.6800	0.7347	0.6270	0.6344	0.0108
37	60.6	37	48.7200	0.7551	0.6275	0.6349	0.0128
38	64.68	38	56.0000	0.7755	0.7063	0.7222	0.0692
39	31.33	39	60.1900	0.7959	0.7454	0.7644	0.0505
40	27.93	40	60.6000	0.8163	0.7490	0.7682	0.0673
41	6.43	41	62.9500	0.8367	0.7688	0.7892	0.0679
42	45.6	42	64.6800	0.8571	0.7825	0.8035	0.0746
43	20.9	43	67.3200	0.8776	0.8021	0.8238	0.0754
44	48.68	44	70.7000	0.8980	0.8249	0.8470	0.0730
45	36.23	45	80.3200	0.9184	0.8775	0.8986	0.0409
46	33.59	46	131.4000	0.9388	0.9834	0.9897	0.0446
47	33.46	47	142.2300	0.9592	0.9892	0.9937	0.0300
48	40.31	48	168.8900	0.9796	0.9963	0.9981	0.0167

Fuente: Elaboración Propia.

Ajuste con momentos ordinarios:

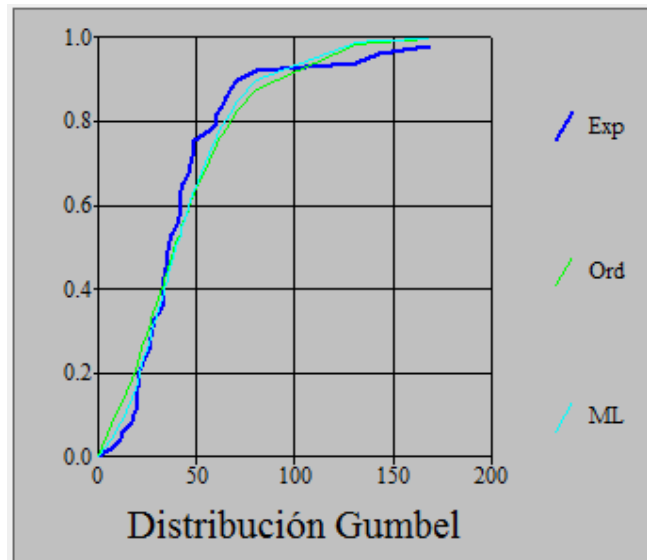
Como el delta teórico 0.1276, es menor que el delta tabular 0.1963. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:
Parámetro de posición (μ)= 29.744
Parámetro de escala (alfa)= 24.8556

Con momentos lineales:
Parámetro de posición (μ)= 31.4845
Parámetro de escala (alfa)= 21.8402

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.5: Representación gráfica de la distribución Gumbel.



Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.11

AJUSTE DE UNA SERIE DE DATOS A LA DISTRIBUCIÓN LOG-GUMBEL

N°	X	m	Pmáx. Ordenado	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	33.22	1	6.4300	0.0204	0.0000	0.0000	0.0204
2	17.57	2	11.4700	0.0408	0.0026	0.0035	0.0382
3	33.99	3	12.0000	0.0612	0.0044	0.0057	0.0569
4	16.74	4	16.7400	0.0816	0.0643	0.0706	0.0174
5	47.82	5	17.5700	0.1020	0.0833	0.0902	0.0187
6	19.81	6	19.3800	0.1224	0.1310	0.1387	0.0086
7	60.19	7	19.7200	0.1429	0.1407	0.1484	0.0021
8	80.32	8	19.8100	0.1633	0.1433	0.1510	0.0200
9	43.01	9	20.4500	0.1837	0.1620	0.1697	0.0217
10	24.66	10	20.9000	0.2041	0.1754	0.1831	0.0287
11	40.49	11	22.3600	0.2245	0.2197	0.2270	0.0048
12	34.78	12	24.6600	0.2449	0.2895	0.2957	0.0446
13	37.2	13	26.5300	0.2653	0.3441	0.3492	0.0788
14	41.42	14	26.8700	0.2857	0.3537	0.3586	0.0679
15	22.36	15	27.9300	0.3061	0.3829	0.3872	0.0767
16	19.72	16	28.6200	0.3265	0.4012	0.4051	0.0747
17	26.53	17	31.3300	0.3469	0.4684	0.4707	0.1214
18	26.87	18	32.9200	0.3673	0.5040	0.5055	0.1366
19	70.7	19	33.2200	0.3878	0.5104	0.5117	0.1226
20	35.45	20	33.4600	0.4082	0.5154	0.5167	0.1073
21	12	21	33.5900	0.4286	0.5182	0.5193	0.0896
22	20.45	22	33.9900	0.4490	0.5264	0.5274	0.0774
23	42.23	23	34.7800	0.4694	0.5422	0.5428	0.0728
24	28.62	24	35.4500	0.4898	0.5551	0.5554	0.0653
25	48.72	25	36.2300	0.5102	0.5695	0.5696	0.0593
26	19.38	26	37.2000	0.5306	0.5867	0.5864	0.0561
27	11.47	27	40.3100	0.5510	0.6362	0.6348	0.0852
28	32.92	28	40.4900	0.5714	0.6388	0.6374	0.0674
29	46.97	29	41.4200	0.5918	0.6520	0.6503	0.0602
30	56	30	42.2300	0.6122	0.6630	0.6611	0.0507
31	62.95	31	42.2300	0.6327	0.6630	0.6611	0.0303
32	67.32	32	43.0100	0.6531	0.6731	0.6710	0.0200
33	42.23	33	45.6000	0.6735	0.7039	0.7013	0.0304
34	142.23	34	46.9700	0.6939	0.7186	0.7158	0.0247
35	168.89	35	47.8200	0.7143	0.7272	0.7243	0.0129
36	131.4	36	48.6800	0.7347	0.7356	0.7326	0.0009
37	60.6	37	48.7200	0.7551	0.7360	0.7330	0.0191
38	64.68	38	56.0000	0.7755	0.7942	0.7907	0.0187
39	31.33	39	60.1900	0.7959	0.8198	0.8161	0.0239
40	27.93	40	60.6000	0.8163	0.8221	0.8183	0.0058
41	6.43	41	62.9500	0.8367	0.8343	0.8305	0.0025
42	45.6	42	64.6800	0.8571	0.8425	0.8387	0.0147
43	20.9	43	67.3200	0.8776	0.8539	0.8502	0.0236
44	48.68	44	70.7000	0.8980	0.8669	0.8632	0.0310
45	36.23	45	80.3200	0.9184	0.8959	0.8923	0.0224
46	33.59	46	131.4000	0.9388	0.9608	0.9585	0.0220
47	33.46	47	142.2300	0.9592	0.9665	0.9645	0.0074
48	40.31	48	168.8900	0.9796	0.9764	0.9747	0.0032

Fuente: Elaboración Propia.

Ajuste con momentos ordinarios:

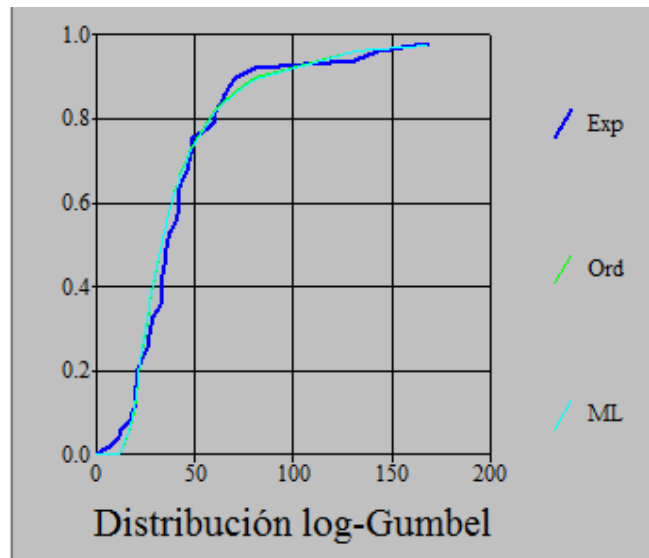
Como el delta teórico 0.1366, es menor que el delta tabular 0.1963. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logGumbel:

Con momentos ordinarios:
Parámetro de posición (μ)= 3.3098
Parámetro de escala (alfa)= 0.4874

Con momentos lineales:
Parámetro de posición (μ)= 3.3036
Parámetro de escala (alfa)= 0.4983

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.6: Representación gráfica de la distribución Log-Gumbel.



Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.12

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE													
DATOS	Delta D						Diferencia Delta D						
	Empírica	LN-2PAR	LN-3PAR	GAMMA-2PAR	GUMBEL	LOG-GUMBEL	LN-2PAR	LN-3PAR	GAMMA-2PAR	GUMBEL	LOG-GUMBEL		
1	33.2	0.023	0.018	0.016	0.006	0.057	0.020	0.00513	0.00653	0.01663	0.03457	0.00233	
2	17.6	0.045	0.008	0.007	0.014	0.083	0.038	0.03735	0.03885	0.03105	0.03795	0.00725	
3	34.0	0.068	0.023	0.022	0.000	0.069	0.057	0.04538	0.04658	0.06798	0.00042	0.01128	
4	16.7	0.091	0.026	0.024	0.042	0.103	0.017	0.06451	0.06691	0.04941	0.01249	0.07351	
5	47.8	0.114	0.021	0.018	0.034	0.094	0.019	0.09264	0.09574	0.08004	0.02014	0.09494	
6	19.8	0.136	0.036	0.031	0.042	0.097	0.009	0.10086	0.10546	0.09466	0.03956	0.12776	
7	60.2	0.159	0.022	0.017	0.027	0.081	0.002	0.13719	0.14209	0.13229	0.07809	0.15699	
8	80.3	0.182	0.003	0.002	0.008	0.062	0.020	0.17852	0.18012	0.17402	0.12002	0.16182	
9	43.0	0.205	0.004	0.010	0.002	0.050	0.022	0.20045	0.19505	0.20255	0.15445	0.18285	
10	24.7	0.227	0.015	0.021	0.015	0.036	0.029	0.21207	0.20627	0.21237	0.19137	0.19857	
11	40.5	0.250	0.005	0.012	0.011	0.036	0.005	0.24490	0.23830	0.23950	0.21420	0.24520	
12	34.8	0.273	0.024	0.016	0.009	0.048	0.045	0.24913	0.25693	0.26353	0.22443	0.22813	
13	37.2	0.295	0.043	0.035	0.022	0.055	0.079	0.25245	0.26065	0.27345	0.24035	0.21665	
14	41.4	0.318	0.030	0.022	0.008	0.040	0.068	0.28838	0.29668	0.31048	0.27848	0.25028	
15	22.4	0.341	0.032	0.023	0.006	0.035	0.077	0.30921	0.31761	0.33471	0.30601	0.26421	
16	19.7	0.364	0.026	0.017	0.002	0.025	0.075	0.33794	0.34634	0.36184	0.33894	0.28894	
17	26.5	0.386	0.060	0.052	0.026	0.044	0.121	0.32596	0.33426	0.36036	0.34196	0.26496	
18	26.9	0.409	0.071	0.063	0.034	0.047	0.137	0.33819	0.34599	0.37559	0.36169	0.27249	
19	70.7	0.432	0.056	0.049	0.018	0.031	0.123	0.37552	0.38332	0.41352	0.40042	0.30922	
20	35.5	0.455	0.040	0.033	0.002	0.015	0.107	0.41415	0.42185	0.45255	0.44005	0.34725	
21	12.0	0.477	0.022	0.015	0.016	0.004	0.090	0.45487	0.46247	0.46117	0.47327	0.38767	
22	20.5	0.500	0.010	0.002	0.030	0.019	0.077	0.49050	0.49800	0.47040	0.48150	0.42260	
23	42.2	0.523	0.004	0.004	0.036	0.028	0.073	0.51903	0.51913	0.48633	0.49523	0.44993	
24	28.6	0.545	0.005	0.012	0.046	0.038	0.065	0.54095	0.53385	0.49995	0.50725	0.48015	
25	48.7	0.568	0.011	0.018	0.053	0.047	0.059	0.55718	0.55038	0.51548	0.52088	0.50888	
26	19.4	0.591	0.015	0.021	0.053	0.054	0.056	0.57631	0.56991	0.53821	0.53701	0.53481	
27	11.5	0.614	0.016	0.011	0.027	0.031	0.085	0.59764	0.60274	0.58634	0.58274	0.52844	
28	32.9	0.636	0.002	0.007	0.045	0.049	0.067	0.63466	0.62976	0.59146	0.58746	0.56896	
29	47.0	0.659	0.008	0.012	0.051	0.057	0.060	0.65129	0.64669	0.60819	0.60239	0.59889	
30	56.0	0.682	0.016	0.020	0.059	0.066	0.051	0.66562	0.66142	0.62282	0.61562	0.63112	
31	63.0	0.705	0.037	0.041	0.079	0.087	0.030	0.66795	0.66375	0.62515	0.61795	0.67425	
32	67.3	0.727	0.046	0.050	0.088	0.087	0.020	0.68157	0.67777	0.63907	0.64057	0.70727	
33	42.2	0.750	0.031	0.033	0.071	0.084	0.030	0.71930	0.71670	0.67870	0.66610	0.71960	
34	142.2	0.773	0.034	0.036	0.073	0.087	0.025	0.73913	0.73713	0.69983	0.68533	0.74803	
35	168.9	0.795	0.044	0.045	0.082	0.098	0.013	0.75195	0.75025	0.71345	0.69795	0.78255	
36	131.4	0.818	0.054	0.055	0.091	0.111	0.001	0.76448	0.76328	0.72708	0.80741	0.81728	
37	60.6	0.841	0.074	0.075	0.111	0.113	0.019	0.76731	0.76601	0.72991	0.82815	0.82181	
38	64.7	0.864	0.019	0.018	0.046	0.069	0.019	0.84444	0.84604	0.81724	0.79444	0.84494	
39	31.3	0.886	0.005	0.002	0.026	0.051	0.024	0.88146	0.88426	0.86066	0.83586	0.86246	
40	27.9	0.909	0.022	0.019	0.042	0.067	0.006	0.88689	0.88979	0.86669	0.84179	0.90329	
41	6.4	0.932	0.026	0.022	0.042	0.068	0.003	0.90612	0.90962	0.88942	0.86392	0.92932	
42	45.6	0.955	0.035	0.031	0.049	0.075	0.015	0.91995	0.92375	0.90575	0.87995	0.93985	
43	20.9	0.977	0.039	0.035	0.049	0.075	0.024	0.93847	0.94267	0.92787	0.90187	0.95367	
44	48.7	1.000	0.041	0.036	0.047	0.073	0.031	0.95920	0.96390	0.95290	0.92700	0.96900	
45	36.2	1.023	0.020	0.015	0.017	0.041	0.022	1.00263	1.00803	1.00603	0.98183	1.00033	
46	33.6	1.045	0.042	0.045	0.053	0.045	0.022	1.00395	1.00065	0.99285	1.00085	1.02345	
47	33.5	1.068	0.026	0.029	0.036	0.030	0.007	1.04178	1.03898	1.03238	1.03818	1.06078	
48	40.3	1.091	0.014	0.015	0.019	0.017	0.003	1.07741	1.07571	1.07181	1.07421	1.08771	
							0.75195	0.20627	0.81724	0.82815	0.84494		
							Aceptada	Aceptada	Aceptada	Aceptada	Aceptada		
							0.1963						

Fuente: Elaboración Propia.

Se concluye que los datos de precipitaciones se ajustan mejor a la distribución probabilística Log-Normal 3 Parámetros, con un nivel de significancia del 5% o una probabilidad del 95%; a partir de ello se calculó las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de retorno.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.13: Precipitación Máxima corregida para distintos tiempos de retorno.

PERIODO	PROBABILIDAD	Z	Y	PRECIPITACIÓN MÁX	
RETORNO	DE OCURRENCIA			Sin corrección	Con corrección
Tr (AÑOS)	Pno-exc			LGN 3 PAR.	LGN 3 PAR.
2	0.5000	0.0000	3.6525	36.6555	40.3210
5	0.8000	0.8416	4.1467	61.3085	67.4394
10	0.9000	1.2816	4.4050	79.9439	87.9383
25	0.9600	1.7507	4.6805	105.9052	116.4957
50	0.9800	2.0537	4.8584	126.9052	139.5958
100	0.9900	2.3263	5.0185	149.2668	164.1935
200	0.9950	2.5758	5.1650	173.1179	190.4297

Fuente: Elaboración Propia.

7.3.3. INTENSIDAD DE LLUVIA

Con las precipitaciones máximas corregidas en el cuadro N°7.13 para diferentes periodos de retorno, se construyó las curvas IDF de acuerdo al modelo Bell, los resultados fueron:

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.14: Lluvias Máxima para distintas duraciones y distintos tiempos de retorno. (mm)

T	P.Max	Duración en minutos					
		24 horas	5	10	15	20	30
200.00	190.43	8.02	12.01	14.68	16.75	19.93	26.17
100.00	164.19	7.28	10.90	13.32	15.20	18.08	23.74
50.00	139.60	6.53	9.79	11.96	13.64	16.23	21.31
25.00	116.50	5.79	8.67	10.60	12.09	14.38	18.88
10.00	87.94	4.81	7.19	8.79	10.03	11.94	15.67
5.00	67.44	4.06	6.08	7.43	8.48	10.09	13.25
2.00	40.32	3.08	4.61	5.63	6.42	7.64	9.98

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.15: Intensidades Máxima para distintas duraciones y distintos tiempos de retorno. (mm)

T	P.Max	Duración en minutos					
		24 horas	5	10	15	20	30
200.00	190.43	96.30	72.10	58.70	50.30	39.90	26.20
100.00	164.19	87.30	65.40	53.30	45.60	36.20	23.70
50.00	139.60	78.40	58.70	47.80	40.90	32.50	21.30
25.00	116.50	69.50	52.00	42.40	36.30	28.80	18.90
10.00	87.94	57.70	43.20	35.20	30.10	23.90	15.70
5.00	67.44	48.70	36.50	29.70	25.40	20.20	13.20
2.00	40.32	36.90	27.60	22.50	19.30	15.30	10.00

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.16: Resultados de Análisis de Regresión.

Constante	2.0568
Err. estándar de est. Y	0.0841
R cuadrada	0.8649
Núm. de observaciones	48
Grado de libertad	47
Coficiente(s) X	0.1976
Error estándar de coef.	0.0177
Log K=	2.0568

$$I = \frac{106.27 T^{0.196}}{t^{0.473}}$$

K=	113.9600
m=	0.1976
n=	0.4732

Donde:
T= años
t= minutos

Estadísticas de la regresión	
Coficiente de correlación múltiple	0.9331
Coficiente de determinación R ²	0.8706
R ² ajustado	0.8649
Error típico	0.0841
Observaciones	48.0000

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2.00	2.14	1.07	151.40	0.00
Residuos	45.00	Área de trazado	0.01		
Total	47.00	2.46			

	Coficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	2.0568	0.0505	40.7286	0.0000	1.9551	2.1585	1.9551	2.1585
Variable X 1	0.1976	0.0177	11.1523	0.0000	0.1619	0.2332	0.1619	0.2332
Variable X 2	-0.4732	0.0354	-13.3575	0.0000	-0.5445	-0.4018	-0.5445	-0.4018

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.17: Intensidades Máximas para la cuenca de Chóchope.

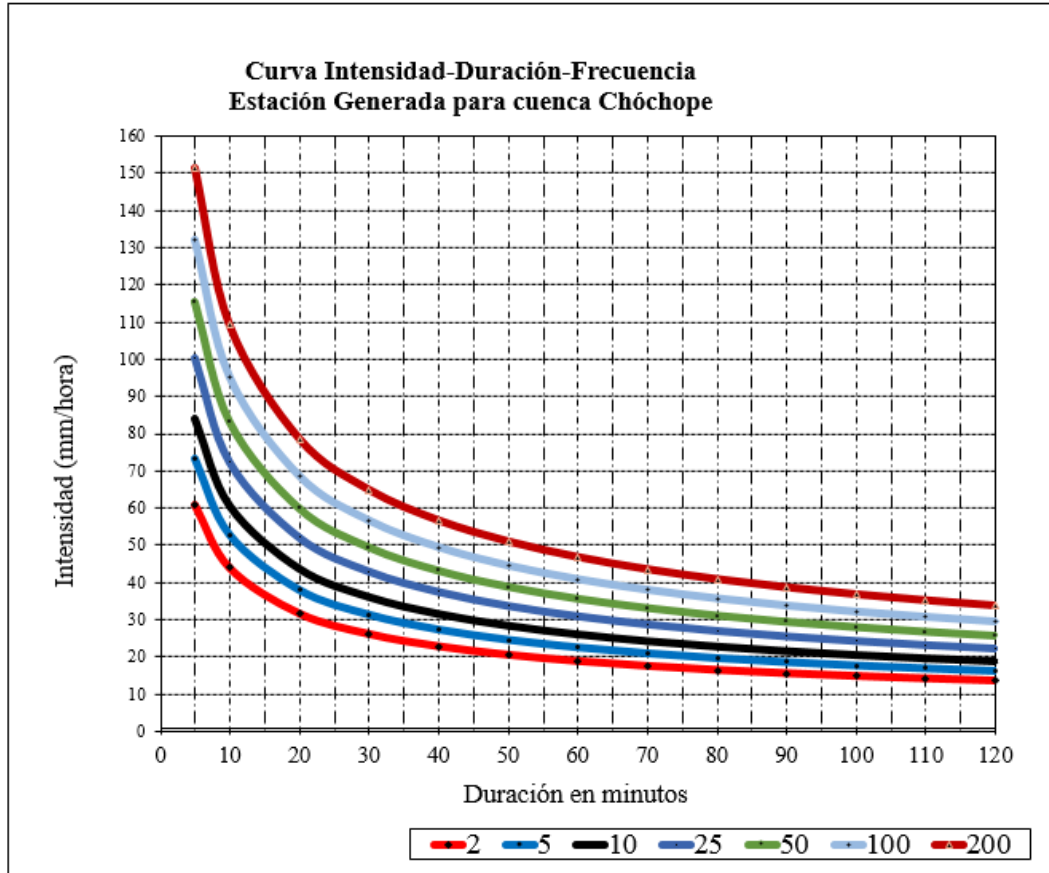
$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

K= 113.960
m= 0.198
n= 0.473

Duración (t) (minutos)	Período de Retorno (T) en años						
	2	5	10	25	50	100	200
5	61.02	73.13	83.87	100.51	115.26	132.18	151.58
10	43.96	52.69	60.42	72.41	83.03	95.22	109.19
20	31.67	37.95	43.52	52.16	59.82	68.60	78.66
30	26.14	31.33	35.93	43.06	49.37	56.62	64.93
40	22.81	27.34	31.35	37.58	43.09	49.42	56.67
50	20.53	24.60	28.21	33.81	38.77	44.46	50.99
60	18.83	22.57	25.88	31.02	35.57	40.79	46.78
70	17.51	20.98	24.06	28.84	33.07	37.92	43.48
80	16.44	19.70	22.59	27.07	31.04	35.60	40.82
90	15.54	18.63	21.36	25.60	29.36	33.67	38.61
100	14.79	17.72	20.32	24.36	27.93	32.03	36.73
110	14.14	16.94	19.43	23.28	26.70	30.62	35.11
120	13.57	16.26	18.64	22.34	25.62	29.38	33.70

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.7: Curva IDF.



Fuente: Elaboración Propia.

7.4. SUB CUENCAS DE DRENAJE

Para determinar el área de drenaje de la cuenca se utilizó el plano topográfico y la carta nacional.

La cuenca como cota máxima 3900 msnm y como cota mínima 269 msnm zona donde se proyectó la captación.

Área de la cuenca : 191.036 km²

Perímetro : 65.714 km²

Pendiente media : 13.04%

7.5. CAUDALES

El caudal se estimó a través del modelo hidrológico en el programa HEC HMS.

7.5.1. PARÁMETROS DEL RÍO

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento aplicó tablas de distintos autores los cuales se promediaron para obtener el coeficiente de escurrimiento.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.17: División de la cuenca según tipo de terreno.

Descripción	Tipo de terreno	Área	
A 1	Terrenos de cultivo	88672689.11	m ²
A 2	Pastizales	47873521.05	m ²
A 3	Bosques/ montes arbolados	54489763.13	m ²
		191035973.3	m ²

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.18:

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA, SEGÚN CHOW ET AL (1988)

Tipo de superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Zonas urbanas							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Cemento, tejados	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (céspedes, parques, etc.)							
<i>Condición pobre (cobertura vegetal inferior al 50% de la superficie)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente alta (> 7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
<i>Condición media (cobertura vegetal entre el 50% y el 75% del área)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<i>Condición buena (cobertura vegetal superior al 75%)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%)	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Zonas rurales							
Campos de cultivo							
Pendiente baja (0-2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente alta (> 7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales, prados, dehesas							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques, montes arbolados							
Pendiente baja (0-2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

C1= 0.43

C2= 0.37

C3= 0.35

C=	0.39
----	------

Fuente: Chow et al (1988).

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.19:

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA, SEGÚN MAC MATH

VEGETACIÓN		SUELOS		TOPOGRAFÍA	
Cobertura (%)	C1	Textura	C2	Pendiente (%)	C3
100	0.08	Arenoso	0.08	0.0-0.2	0.04
80-100	0.12	Ligera	0.12	0.2-0.5	0.06
50-80	0.16	Media	0.16	0.5-2.0	0.06
20-50	0.22	Fina	0.22	2.0-5.0	0.1
0-20	0.3	Rocosa	0.30	5.0-10.0	0.15

C = 0.30

Fuente: Manual de Carreteras, Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.20:

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA, SEGÚN BENITEZ (1980), CITADO POR LEMUS & NAVARRO (2003)

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
Pastos, vegetación ligera	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
Hierba	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Bosque, vegetación densa	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

C1= 0.4

C2= 0.15

C3= 0.25

C = 0.29

Fuente: Manual de Carreteras, Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Se calcularon distintos valores de coeficiente de escorrentía los cuales al ser promediados obtuvimos como resultado un coeficiente de escorrentía igual a 0.33.

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Para poder hacer uso de las curvas IDF, es necesario conocer el tiempo de concentración de la lluvia, que se define como el tiempo que pasa desde el final de la lluvia neta, hasta el final de la escorrentía directa. Representa el tiempo que tarda en llegar al aforo la última gota de lluvia que cae en el extremo más alejado de la cuenca y que circula por escorrentía directa. Por lo tanto, el tiempo de concentración sería el tiempo de equilibrio o duración necesaria para que; con una intensidad de escorrentía constante; se alcance el caudal máximo.

Para el cálculo del tiempo de concentración se dividió la longitud del cauce principal en cauce bajo, cauce medio y cauce alto, luego se aplicó fórmulas de

distintos autores los cuales se promediaron los más característicos para obtener un valor de tiempo de concentración.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.21: División de cauce.

CAUCE	LONGITUD (m)		
	inicial	final	neta
BAJO	0.00	18932.10	18932.10
MEDIO	18932.10	24846.70	5914.60
ALTO	24846.70	27837.76	2991.06

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.22:

FÓRMULA DE KIRPICH

$$T_c = 0.0195 ((L^3)/H) ^ 0.385$$

Donde: Tc= tiempo de concentración, en horas.
L = longitud del cauce principal, en metros
S= pendiente del cauce, m/m

CAUCE	LONGITUD (m)			ELEVACIÓN		pendiente (m/m)	tc (horas)	
	inicial	final	neta	inicial	final		tci	tc
BAJO	0.00	18932.10	18932.10	269.00	1597.93	0.07	1.78	2.49
MEDIO	18932.10	24846.70	5914.60	1597.93	3284.20	0.29	0.42	
ALTO	24846.70	27837.76	2991.06	3284.20	3868.29	0.20	0.29	

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.23:

FÓRMULA DE CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE (1942)

$$T_c = 0.0195 * K^{0.77}$$

$$K = L / (S^{0.5})$$

$$S = H / L$$

$$T_c = 0.0195 ((L^3)/H) ^ 0.385$$

Donde: Tc= tiempo de concentración, en minutos.
L = máxima longitud de recorrido, en metros
H = diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en metros

CAUCE	LONGITUD (m)			ELEVACIÓN		tc (min)		tc (horas)
	inicial	final	neta	inicial	final	tci	tc	
BAJO	0.00	18932.10	18932.10	269.00	1597.93	106.57	149.30	2.49
MEDIO	18932.10	24846.70	5914.60	1597.93	3284.20	25.37		
ALTO	24846.70	27837.76	2991.06	3284.20	3868.29	17.36		

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.24:

FÓRMULA DE TÉMEZ (1978)

$$T_c = 0.3 * ((L / (S_o^{0.25}))^{0.75})$$

Donde: Tc= tiempo de concentración, en horas.
 L = máxima longitud de recorrido, en metros
 So = diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en metros

CAUCE	LONGITUD (m)			ELEVACIÓN		pendiente (%)	tc (horas)	
	inicial	final	neta	inicial	final		tci	tc
BAJO	0.00	18932.10	18932.10	269.00	1597.93	7.02	1.89	2.89
MEDIO	18932.10	24846.70	5914.60	1597.93	3284.20	28.51	0.61	
ALTO	24846.70	27837.76	2991.06	3284.20	3868.29	19.53	0.39	

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.25:

FÓRMULA DE GIANDIOTTI (1990)

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{LS_o}}$$

Donde: Tc= tiempo de concentración, en horas.
 A=área de la cuenca, en km2.
 L = longitud del cauce principal, en km
 So = diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en m/m

AREA = 191.036 km2

CAUCE	LONGITUD (m)			ELEVACIÓN		pendiente (m/m)	tc (horas)	
	inicial	final	neta	inicial	final		tci	tc
BAJO	0.00	18932.10	18932.10	269.00	1597.93	0.07	2.87	5.24
MEDIO	18932.10	24846.70	5914.60	1597.93	3284.20	0.29	1.44	
ALTO	24846.70	27837.76	2991.06	3284.20	3868.29	0.20	0.93	

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.26:

FÓRMULA DE DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76}$$

Donde: Tc= tiempo de concentración, en horas.
 J=pendiente del cauce principal (H/L)
 L = longitud del cauce principal, en km
 H = diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal, en m.

CAUCE	LONGITUD (m)			ELEVACIÓN		pendiente (m/m)	tc (horas)	
	inicial	final	neta	inicial	final		tci	tc
BAJO	0.00	18932.10	18932.10	269.00	1597.93	0.07	4.65	7.06
MEDIO	18932.10	24846.70	5914.60	1597.93	3284.20	0.29	1.47	
ALTO	24846.70	27837.76	2991.06	3284.20	3868.29	0.20	0.94	

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.27:

RESULTADOS DE TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	
FORMULA	Tc (horas)
KIRPICH	2.49
CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE (1942)	2.49
TÉMEZ (1978)	2.89
GIANDIOTTI (1990)	5.24
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS	7.06

Promediamos los valores se obtiene:

$$tc = 5.06 \text{ horas}$$

303.58 min

Fuente: Elaboración Propia.

7.5.2. MODELO HIDROLÓGICO EN HEC HMS 4.0

En el caso del método basado en un modelo de precipitación – escorrentía, cuyo procedimiento se desarrolla en el software Hidrologyc Engineering Center – River Analysis System, emplea el siguiente procedimiento:

El modelo de análisis para la simulación se basa principalmente en los aportes que recibe el curso principal (Río Chóchope) en zonas altas a más de 3500 m.s.n.m., pues las estaciones que se encuentran en estas zonas son las que registran precipitaciones altas, en comparación con las estaciones que se encuentran en menor altitud, pero que sin embargo en épocas de máximos eventos como el ocurrido en 1998 (Fenómeno del Niño) aumentaron considerablemente su registro en ese año y de esta manera se generaron caudales de diseño para distintos tiempos de retorno.

Entonces al no contar con la información hidrométrica de cada una de las quebradas de aporte a cada subcuenca (es decir que cada una de las 03 estaciones que se emplearon en el presente estudio se tomaron como subcuencas); se procedió entonces a desarrollar un modelo de Precipitación – Escorrentía para la obtención de caudales de avenida en dichas quebradas.

Es por eso que el modelo se ha basado en dichas características ya que el programa Hidrologyc Modeling System (HMS v.4.0 para Windows) emplea las precipitaciones máximas en 24 horas para generar los caudales en los lugares de interés que se quieran analizar. También es necesario indicar que dicho programa emplea el método del Número de Curva de la Soil Conservation Service (SCS), en la actualidad Natural Resources Conservation Service, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

El nombre del método deriva de una serie de curvas, cada una de las cuales lleva el número N, que varía de 1 a 100. Un número de curva N igual a 100 indica que toda la lluvia discurre, y un número de N igual a 1 indica que toda la lluvia se infiltra, por lo que los números de curvas representan coeficientes de escorrentía. El método fue desarrollado utilizando datos de un gran número de cuencas experimentales, y se basa en la siguiente relación:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{Pe}$$

Dónde:

F = es la infiltración real acumulada.

S = es la infiltración potencial máxima.

Q = es la esorrentía total acumulada.

Pe = es la esorrentía potencial o exceso de precipitación.

La ecuación principal del método se considera válida a partir del inicio de la esorrentía, donde Pe, se define como:

$$Pe = P - Ia$$

Mientras que F es definida como:

$$F = Pe - Q$$

El término Ia (sustracciones iniciales) es definido como la precipitación acumulada hasta el inicio de la esorrentía y es una función de la intercepción, almacenamiento en depresiones e infiltración antes del comienzo de la esorrentía. Los autores del método por datos experimentales obtuvieron una relación entre Ia y S, la cual es la siguiente:

$$Ia = 2S$$

Luego sustituyendo estas tres últimas ecuaciones en la ecuación principal que propone el método se obtiene:

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \dots(a)$$

Dónde:

Q = es la esorrentía total acumulada.

P = es la precipitación.

S = es la infiltración potencial máxima.

Esta es la ecuación principal del método. El SCS después de estudiar un gran número de pequeñas cuencas, estableció una relación para estimar S a partir del número de curva N, mediante la siguiente relación:

$$S = \frac{1000}{N} - 10$$

En esta última ecuación S está expresada en pulgadas, para expresarlo en centímetros, hay que realizar las transformaciones necesarias, resultando:

$$S = \frac{2540}{N} - 25.40$$

Luego reemplazamos esta última ecuación en (a), resultando lo siguiente:

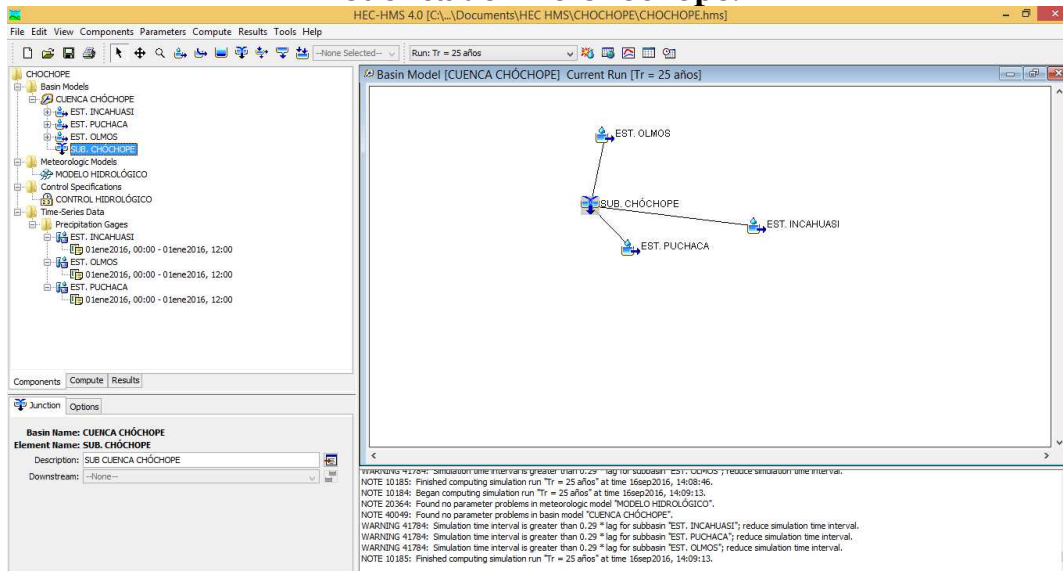
$$Q = \frac{[N(P + 50.80) - 5080]^2}{N[N(P - 203.20) + 20320]}$$

Esta ecuación sirve para la determinación del caudal por el método de Precipitación - Escorrentía que emplea el programa HEC - HMS v.4.0.

El comportamiento en régimen natural de las subcuencas aportadoras de escurrimiento superficial, se simuló mediante la consideración de un conjunto de 03 subcuencas llamados "Subbasin" conectadas a través de líneas imaginarias del transporte de la precipitación llamados "Junction". De esta manera estos elementos representan una adecuada homogeneidad espacial que permitieron simular las escorrentías de la red hidrográfica de la cuenca del Río Chóchope.

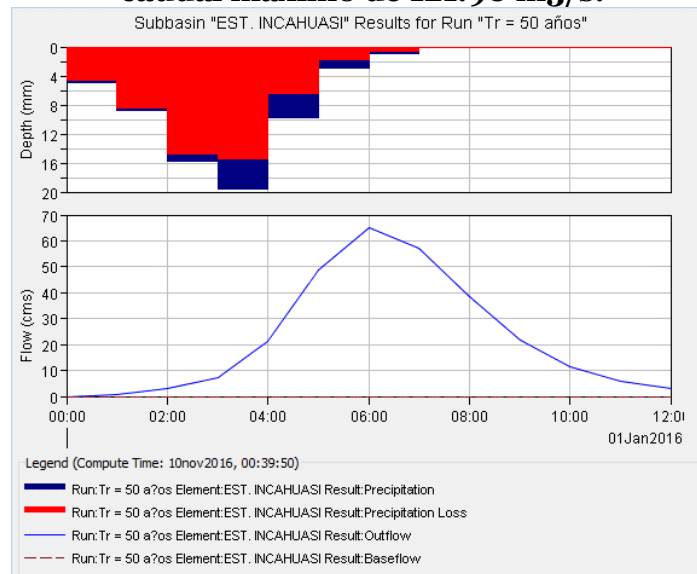
A continuación se presentan el desarrollo del esquema hidrográfico simulado con el programa HEC - HMS v. 4.0 (FIGURA N° 7.8), así como el resultado para un periodo de retorno de 50 años en la Estación Incahuasi el cual arroja un caudal de 65.1 m³/s (FIGURA N° 7.9).

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.8: Ventana del desarrollo del programa HEC-HMS v.4.0 para la estimación de caudales en la Cuenca del Río Chóchope.



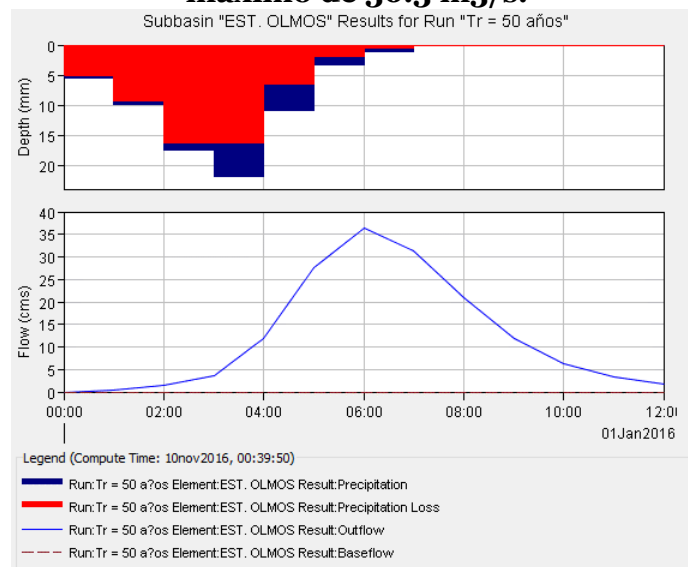
Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.9: Hidrograma Unitario simulado con el programa HEC – HMS v.4.0 para la Estación Incahuasi para un período de retorno de 50 años, el cual arrojo un caudal máximo de 121.90 m³/s.



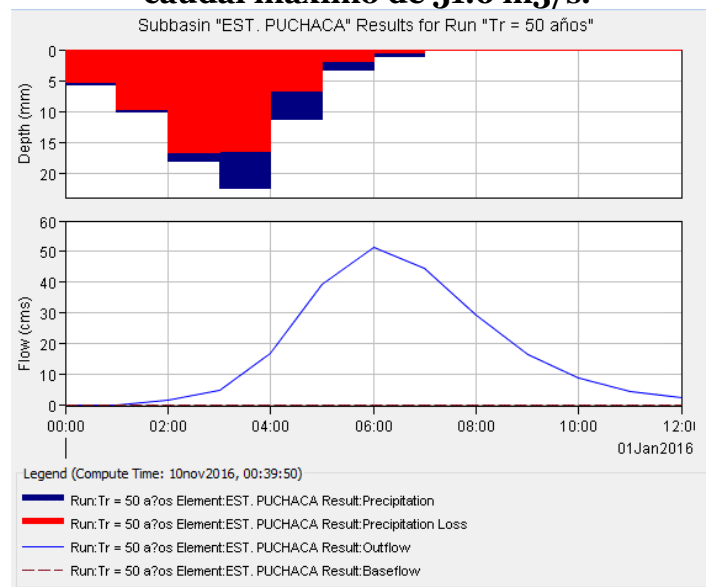
Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.10: Hidrograma Unitario simulado con el programa HEC – HMS v.4.0 para la Estación Olmos para un período de retorno de 50 años, el cual arrojo un caudal máximo de 36.3 m³/s.



Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.11: Hidrograma Unitario simulado con el programa HEC – HMS v.4.0 para la Estación Puchaca para un período de retorno de 50 años, el cual arroja un caudal máximo de 51.6 m³/s.



Fuente: Elaboración Propia.

RESULTADOS DEL MODELO HIDROLÓGICO EN HEC HMS

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.12: Caudal Máx. para tr = 25 años simulado en HEC HMS v4.0

Project: CHOCHOPE Simulation Run: Tr = 25 años

Start of Run: 01ene2016, 00:00 Basin Model: CUENCA CHÓCHOPE
 End of Run: 01ene2016, 12:00 Meteorologic Model: MODELO HIDROLÓGICO
 Compute Time: 10nov2016, 03:18:20 Control Specifications: CONTROL HIDROLÓGICO

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
EST. INCAHUASI	96.57	42.5	01ene2016, 06:00	7.15
EST. PUCHACA	53.69	34.9	01ene2016, 06:00	10.26
EST. OLMOS	40.76	24.4	01ene2016, 06:00	9.49
SUB. CHÓCHOPE	191.02	101.8	01ene2016, 06:00	8.52

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.13: Caudal Máx. para tr = 50 años simulado en HEC HMS v4.0

Project: CHOCHOPE Simulation Run: Tr = 50 años

Start of Run: 01ene2016, 00:00 Basin Model: CUENCA CHÓCHOPE
 End of Run: 01ene2016, 12:00 Meteorologic Model: MODELO HIDROLÓGICO
 Compute Time: 10nov2016, 00:39:50 Control Specifications: CONTROL HIDROLÓGICO

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
EST. INCAHUASI	96.57	65.1	01ene2016, 06:00	10.53
EST. PUCHACA	53.69	51.6	01ene2016, 06:00	14.78
EST. OLMOS	40.76	36.3	01ene2016, 06:00	13.73
SUB. CHÓCHOPE	191.02	153.0	01ene2016, 06:00	12.41

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.14: Caudal Máx. para tr = 100 años simulado en hec hms v4.0

Project: CHOCHOPE Simulation Run: Tr = 100 años

Start of Run: 01ene2016, 00:00 Basin Model: CUENCA CHÓCHOPE
 End of Run: 01ene2016, 12:00 Meteorologic Model: MODELO HIDROLÓGICO
 Compute Time: 10nov2016, 03:03:54 Control Specifications: CONTROL HIDROLÓGICO

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
EST. INCAHUASI	96.57	89.1	01ene2016, 06:00	14.14
EST. PUCHACA	53.69	68.9	01ene2016, 06:00	19.52
EST. OLMOS	40.76	48.7	01ene2016, 06:00	18.64
SUB. CHÓCHOPE	191.02	206.6	01ene2016, 06:00	16.61

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.15: Caudal Máx. para tr = 200 años simulado en HEC HMS v4.0

Project: CHOCHOPE Simulation Run: Tr = 174 años

Start of Run: 01ene2016, 00:00 Basin Model: CUENCA CHÓCHOPE
 End of Run: 01ene2016, 12:00 Meteorologic Model: MODELO HIDROLÓGICO
 Compute Time: 28sep2016, 21:20:41 Control Specifications: CONTROL HIDROLÓGICO

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
EST. INCAHUASI	96.57	173.7	01ene2016, 08:00	42.97
EST. PUCHACA	53.69	124.5	01ene2016, 07:00	55.31
EST. OLMOS	40.76	89.8	01ene2016, 07:00	52.63
SUB. CHÓCHOPE	191.02	386.6	01ene2016, 07:00	48.50

Fuente: Elaboración Propia.

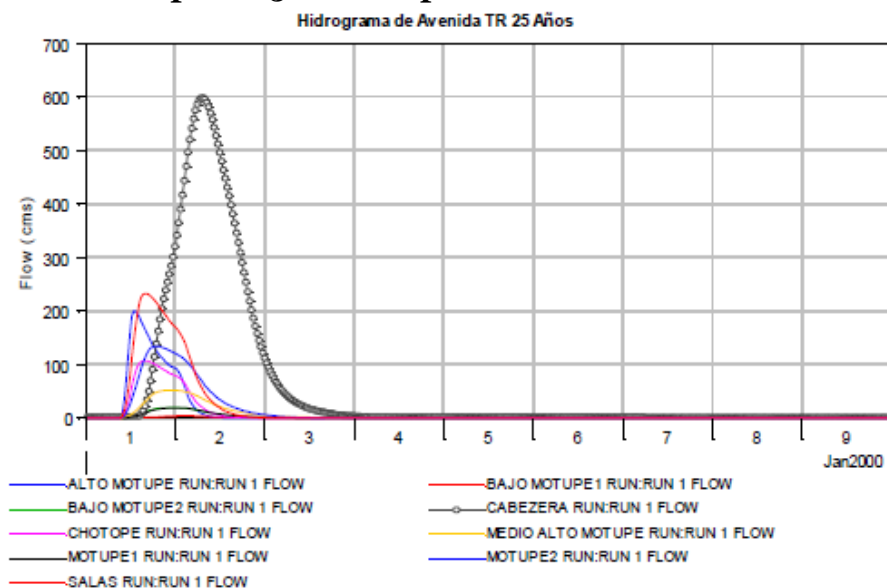
7.5.3. CAUDALES ESTABLECIDOS POR LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA).

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.27: Caudales máximos para diferentes tiempos de retorno simulados en HEC HMS.

Cuenca	Subcuencas	CODIGO	Área	Q25	Q50	Q75	Q100	Q200	
RIO MOTUPE	Alto Motupe	Alto Motupe	243.84	200.2	287.0	342.0	384.5	494.0	
	Cholope	Cholope	218.01	107.3	155.2	186.2	210.1	271.0	
	Motupe	Motupe	350.329	153.1	206.8	240.0	265.3	328.8	
	Medio Alto Motupe	Medio Alto Motupe	175.49	52.1	69.9	80.7	88.7	107.8	
	Salas	Salas	306.66	232.4	320.9	375.3	416.0	516.7	
	Bajo Motupe	Bajo Motupe	147.739	23.4	33.6	40.1	45.1	57.5	
	Cuenca Río Motupe			1442.06	598.5	812.8	944	1043.4	1291.9

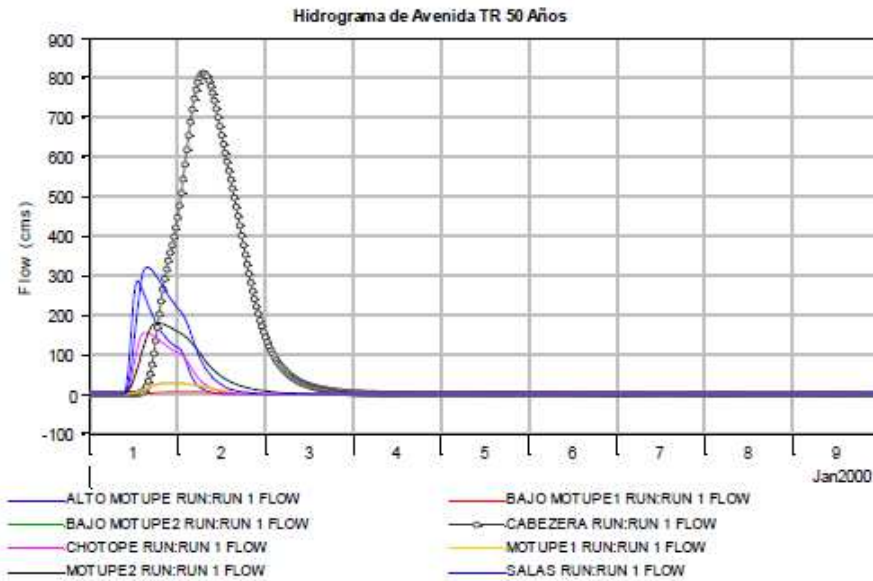
Fuente: Autoridad Nacional del Agua. Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico – cuencas de la costa norte. Cuadro 59.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.16: Hidrograma de avenida para 25 años de periodo de retorno.



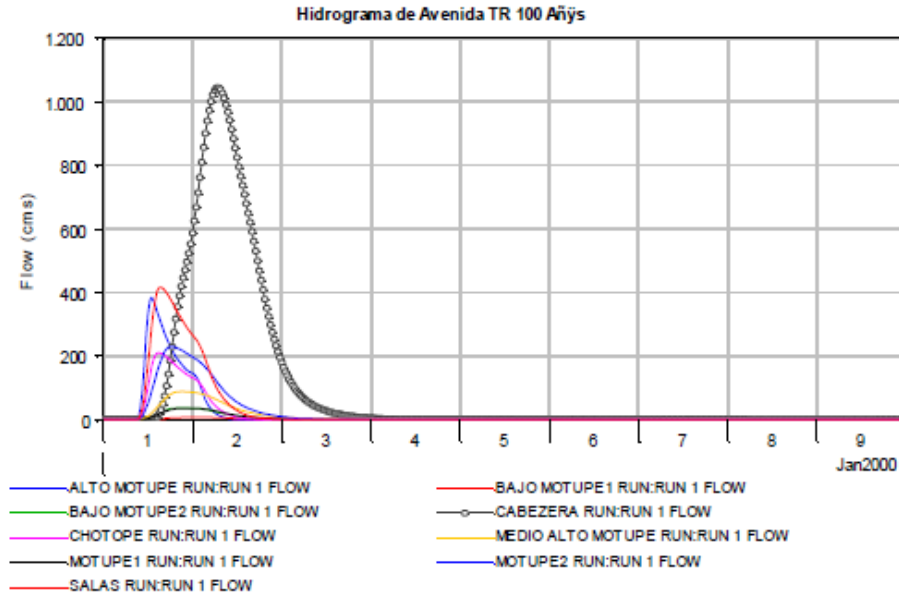
Fuente: ANA. Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico – cuencas de la costa norte. Figura 40.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.17: Hidrograma de avenida para 50 años de periodo de retorno.



Fuente: ANA. Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico – cuencas de la costa norte. Figura 40.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°7.18: Hidrograma de avenida para 100 años de periodo de retorno.



Fuente: ANA. Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del pacífico – cuencas de la costa norte. Figura 40.

7.5.4. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE RETORNO

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.29: Periodos de retorno según zona.

INFRAESTRUCTURA EN RÍO	PERIODO DE RETORNO
Ubicada sin población afectada	25 a 50 años
Con población afectada	50 a 100 años
En zonas urbanas	200 a 500 años

Fuente: Apuntes de clase, Hidráulica.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°7.30:

PERÍODO DE RETORNO PARA LA DETERMINACIÓN DEL GASTO MÁXIMO DE DISEÑO EN DIVERSOS TIPOS DE OBRA HIDRÁULICA,	
TIPO DE OBRA HIDRÁULICA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)
V.- <u>DELIMITACIÓN DE ZONAS DE PROTECCIÓN EN OBRAS HIDRÁULICAS.</u>	A juicio de la CNA.
VI.- <u>ENCAUZAMIENTO DE CORRIENTES.</u>	
VI.1.- Corrientes libres en la zona:	
A) Agrícola de pequeña extensión, menor a 1,000 Hectáreas.	10 - 25
B) Agrícola de extensión mediana, de 1,000 a 10,000 Has.	25 - 50
C) Agrícola de extensión grande, de 10,000Has en adelante	50 - 100
D) Para protección a poblaciones pequeñas.	50 - 100
E) IDEM. A poblaciones medianas.	100 - 500
VII.- <u>PRESAS DERIVADORAS.</u>	
A) Zona de riego pequeña (menor de 1,000 Hectáreas).	50 - 100
B) Zona de riego mediana (1,000 a 10,000Has)	100 - 500
C) Zona de riego grande (más de 10,000Has.)	500 - 1000

FUENTE: SEGARPA.

Conociendo el tiempo de retorno según los cuadros N°7.29 y N°7.30 (para periodos de retorno) de las cuales obtenemos un **Tr= 50años.**

Se compararon los caudales máximos obtenidos por la simulación hidrológica en HEC HMS (figura 7.13) y los caudales máximos establecidos por el ANA por la simulación en HEC HMS (cuadro N° 7.28), se comparan los resultados y se elige al mayor, en este caso como Q_{máx} o Q de diseño se obtuvo un **Q_{máx} = 155.2 m³/s.**

CAPÍTULO VIII

8. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS CÁLCULO DE MASA DEL MATERIAL EN SUSPENSIÓN

Según el Estudio Definitivo del Complejo Hidroenergético y de Irrigación Olmos (Vol. 6 Parte Clima e Hidrología).

La estimación de la turbidez máxima del río Chóchope ha sido considerado un valor de 0.33 Kg/m³.

Caudal de sólidos en suspensión: $Q_s = Q_t * Q$

Dónde: Q_t = turbidez

Q = Caudal medio mensual = 1.161 m³/seg (según los caudales generados por el método de LUTZ SCHOTZ)

Entonces: $Q_s = 0.33 * 1.161 = 0.38313 \text{ Kg/seg}$

Transporte del material en suspensión: $T_s = Q_s * T$

$$T_s = 0.38313 \times 86400 \text{ seg/día} \times 365 \text{ días/año}$$

$$T_s = 12082.39 \text{ Tn/año}$$

La masa del material en suspensión en un año será:

$$M_s = T_s \times \frac{1}{\gamma_s} = 8949.91 \text{ m}^3/\text{año}$$

Dónde: $\gamma_s = 1.35 \text{ Tn/m}^3$.

Caudal de Sólidos arrastre: $10\% * Q_s = 0.0383 \text{ Kg/seg}$

El transporte por año del material de acarreo será:

$$T_a = 0.0383 \frac{\text{Kg}}{\text{Seg}} \times \frac{86400 \text{ seg}}{\text{día}} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}}$$

$$T_a = 1208.24 \text{ Tn/año}$$

$$M_a = T_a \times \frac{1}{\gamma_a}$$

$$M_a = 1208.24 \frac{\text{Tn}}{\text{año}} \times \frac{1}{2 \text{ Tn/m}^3} = 604.12 \text{ m}^3 / \text{año}$$

$$M_a \text{ Total} = M_s + M_a = 9554.03 \text{ m}^3/\text{año} \rightarrow 0.000307 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para una vida útil de 50 años.

Volumen de sedimentos = 477701.5 m³.

CAPÍTULO IX

9. DEMANDA DE AGUA 9.1. CÉDULA DE CULTIVO

La demanda de agua se calculó en base a la información otorgada por la Junta de Usuarios Sector Hidráulico Menor Motupe, ocupando un área de cultivo de 1100.7 has con cultivos de algodón, frejol caupi, frejol de palo, limón sutil, maíz amarillo duro, maracuyá, mango, naranja tangelo, tamarindo y yuca blanca.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.1: Cédula de Cultivo.

CULTIVO	CAMPANA AGRICOLA 2016											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
FREJOL CAUPI						6	6	6				
FREJOL DE PALO					15.54	15.54	15.54	15.54	15.54			
ALGODÓN	5	5	5	5								5
LIMON SUTIL	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15
MANGO	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31
MAIZ AMARILLO DURO	750	750	750	750								750
MARACUYA	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25		9.25
NARANJA TANGELO	8	8	8	8	8	8	8	8	8			8
TAMARINDO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
YUCA BLANCA	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
AREA TOTAL	1100.71	1100.71	1100.71	1100.71	367.25	367.25	367.25	361.25	361.25	337.71	328.46	1100.7

Fuente: Comisión de regantes Chóchope.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.2: Coeficiente de cultivo Kc.

CULTIVOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
FREJOL CAUPI					0.35	1.10	0.5					
FREJOL DE PALO					0.35	0.45	1.1	0.4	0.25			
ALGODÓN	0.5	1.1	0.6	0.3								0.25
LIMON SUTIL	0.75	0.75	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.70	0.75
MANGO	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.70	0.70	0.70	0.70
MAIZ AMARILLO DURO	0.5	1.15	0.6	0.5								0.35
MARACUYA	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65		0.65
NARANJA TANGELO	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65			0.65
TAMARINDO	0.9	0.9	0.9	0.55	0.55	0.55	0.55	0.70	0.70	0.70	0.70	0.9
YUCA BALNCA	0.45	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.45	0.40	0.45

Fuente: Elaboración propia.

Con la información y con la cédula de cultivo se determinó la demanda de agua actual, para ello se utilizó:

9.1.1. MÉTODO DE THORNTHWAITE

T = temperatura.

i = índice de calor mensual.

I = índice de calor anual.

$$a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0.49239$$

Kc = coeficiente de cultivo.

ETP = evapotranspiración potencial.

ETR = evapotranspiración real.

N = número máximo de horas de sol.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.3: Número máximo de horas de sol.

Número máximo de horas de sol (Doorenbos y Pruitt, 1977)												
Lat. Norte	E	F	Mr	A	My	Jn	Jl	A	S	O	N	D
Lat Sur	D	N	O	S	A	Jl	Jn	My	A	Mr	F	E
50	8,5	10,0	11,8	13,7	15,3	16,3	15,9	14,4	12,6	10,7	9,0	8,1
48	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9
42	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,9	11,1	9,8	9,1
40	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
35	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,0	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
0° Ecuador	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0

FUENTE: Hidrología, Máximo Villón.

La demanda de agua se obtiene de la multiplicación del ETR y el ÁREA. Los resultados se muestran en los cuadros siguientes:

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.4

CULTIVO DE ALGODÓN														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97								25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12								11.50	62.25	
I	132.16	132.16	132.16	132.16								132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07								3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51								114.80	675.31	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10								11.75		
dias	31.00	28.00	31.00	30.00								31.00	151.00	dias
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57								116.19	664.36	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95								0.95		
Kc	0.50	1.10	0.60	0.30								0.25		
ETR	61.56	143.92	86.80	36.64								27.60	356.52	mm/mes
ETR	615.55	1439.20	868.02	366.43								275.96	3565.16	m3/ha*me
AREA	5.00	5.00	5.00	5.00								5.00	25.00	has
DEMANDA	3077.76	7195.99	4340.11	1832.16								1379.81	17825.82	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.5

CULTIVO DE FREJOL CAUPI														
Periodo riego: 01 MAYO - 31 JULIO														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T					24.55	22.72	21.72							°C
i					11.13	9.90	9.24						30.26	
l					132.16	132.16	132.16							
a					3.07	3.07	3.07							
ETP sin correg.					107.27	84.57	73.61						265.45	mm/mes
N					12.32	12.14	12.47							
días					31.00	30.00	31.00						92.00	días
ETP correg.					113.83	85.55	79.04						278.42	mm/mes
Eficiencia (95%)					0.95	0.95	0.95							
Kc					0.35	1.10	0.50							
ETR					37.85	89.40	37.54						164.79	mm/mes
ETR					378.48	894.01	375.43						1647.92	m3/(ha*me
ÁREA					6.00	6.00	6.00						18.00	has
DEMANDA					2270.90	5364.03	2252.59						9887.52	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.6

CULTIVO DE FREJOL DE PALO														
Periodo riego: 01 MAYO - 30 SEPTIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T					24.55	22.72	21.72	21.76	22.60					°C
i					11.13	9.90	9.24	9.27	9.82				49.35	
l					132.16	132.16	132.16	132.16	132.16					
a					3.07	3.07	3.07	3.07	3.07					
ETP sin correg.					107.27	84.57	73.61	74.01	83.19				422.65	mm/mes
N					12.32	12.14	12.47	12.37	12.22					
días					31.00	30.00	31.00	31.00	30.00				153.00	días
ETP correg.					113.83	85.55	79.04	78.83	84.74				441.99	mm/mes
Eficiencia (95%)					0.95	0.95	0.95	0.95	0.95					
Kc					0.35	0.45	1.10	0.40	0.25					
ETR					37.85	36.57	82.60	29.96	20.12				207.10	mm/mes
ETR					378.48	365.73	825.95	299.57	201.25				2070.98	m3/(ha*me
ÁREA					15.54	15.54	15.54	15.54	15.54				77.70	has
DEMANDA					5881.63	5683.44	12835.27	4655.34	3127.36				32183.04	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.7

CULTIVO DE LIMÓN SUTIL														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12	11.13	9.90	9.24	9.27	9.82	10.11	10.46	11.50	132.16	
l	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51	107.27	84.57	73.61	74.01	83.19	88.26	94.67	114.80	1280.90	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10	12.32	12.14	12.47	12.37	12.22	12.00	11.88	11.75		
días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	365.00	días
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57	113.83	85.55	79.04	78.83	84.74	91.20	93.70	116.19	1291.26	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Kc	0.75	0.75	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.70	0.75		
ETR	92.33	98.13	108.50	85.50	70.29	52.83	48.81	48.68	52.32	56.32	62.31	82.79	858.81	mm/mes
ETR	923.33	981.27	1085.03	855.01	702.90	528.28	488.06	486.80	523.24	563.18	623.11	827.88	8588.09	m3/(ha*me
ÁREA	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	157.80	has
DEMANDA	12141.77	12903.71	14268.11	11243.34	9243.10	6946.83	6418.01	6401.47	6880.60	7405.84	8193.93	10886.67	112933.38	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.8

CULTIVO DE MAIZ AMARILLO DURO														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97								25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12								11.50	62.25	
l	132.16	132.16	132.16	132.16								132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07								3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51								114.80	675.31	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10								11.75		
dias	31.00	28.00	31.00	30.00								31.00	151.00	dias
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57								116.19	664.36	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95								0.95		
Kc	0.50	1.15	0.60	0.50								0.35		
ETR	61.56	150.46	86.80	61.07								38.63	398.53	mm/mes
ETR	615.55	1504.62	868.02	610.72								386.35	3985.25	m3/ha*me
ÁREA	750.00	750.00	750.00	750.00								750.00	3750.00	has
DEMANDA	461664.15	1128461.35	651016.55	458039.30								289759.40	2988940.75	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.9

CULTIVO DE MANGO														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12	11.13	9.90	9.24	9.27	9.82	10.11	10.46	11.50	132.16	
l	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51	107.27	84.57	73.61	74.01	83.19	88.26	94.67	114.80	1280.90	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10	12.32	12.14	12.47	12.37	12.22	12.00	11.88	11.75		
dias	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	365.00	dias
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57	113.83	85.55	79.04	78.83	84.74	91.20	93.70	116.19	1291.26	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Kc	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70		
ETR	86.18	91.59	101.27	85.50	75.70	56.89	52.56	52.42	56.35	60.65	62.31	77.27	858.69	mm/mes
ETR	861.77	915.85	1012.69	855.01	756.97	568.91	525.60	524.25	563.49	606.50	623.11	772.69	8586.86	m3/ha*me
ÁREA	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	3651.72	has
DEMANDA	262246.17	278703.13	308172.43	260187.09	230352.51	173125.74	159946.84	159534.48	171475.36	184564.95	189619.41	235137.82	2613065.92	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.10

CULTIVO DE MARACUYA														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04		25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12	11.13	9.90	9.24	9.27	9.82	10.11		11.50	121.70	
l	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16		132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07		3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51	107.27	84.57	73.61	74.01	83.19	88.26		114.80	1186.23	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10	12.32	12.14	12.47	12.37	12.22	12.00		11.75		
dias	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00		31.00	335.00	dias
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57	113.83	85.55	79.04	78.83	84.74	91.20		116.19	1197.56	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		0.95		
Kc	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65		0.65		
ETR	80.02	85.04	94.04	91.61	81.10	60.95	56.31	48.68	52.32	56.32		71.75	778.15	mm/mes
ETR	800.22	850.43	940.36	916.08	811.04	609.55	563.15	486.80	523.24	563.18		717.50	7781.55	m3/ha*me
ÁREA	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25		9.25	101.75	has
DEMANDA	7402.02	7866.52	8698.30	8473.73	7502.08	5638.33	5209.12	4502.93	4839.97	5209.43		6636.87	71979.29	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.11

CULTIVO DE NARANJA TANGELO														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 SEPTIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60			25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12	11.13	9.90	9.24	9.27	9.82			11.50	111.59	
l	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16			132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07			3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51	107.27	84.57	73.61	74.01	83.19			114.80	1097.97	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10	12.32	12.14	12.47	12.37	12.22					
días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00			31.00	304.00	días
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57	113.83	85.55	79.04	78.83	84.74			116.19	1106.35	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95			0.95		
Kc	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65			0.65		
ETR	80.02	85.04	108.50	91.61	81.10	60.95	48.81	48.68	52.32			71.75	728.79	mm/mes
ETR	800.22	850.43	1085.03	916.08	811.04	609.55	488.06	486.80	523.24			717.50	7287.95	m3/(ha*me)
ÁREA	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00			8.00	80.00	has
DEMANDA	6401.74	6803.48	8680.22	7328.83	6488.29	4876.39	3904.49	3894.43	4185.92			5740.00	58303.58	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.12

CULTIVO DE TAMARINDO														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12	11.13	9.90	9.24	9.27	9.82	10.11	10.46	11.50	132.16	
l	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51	107.27	84.57	73.61	74.01	83.19	88.26	94.67	114.80	1280.90	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10	12.32	12.14	12.47	12.37	12.22	12.00	11.88	11.75		
días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	365.00	días
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57	113.83	85.55	79.04	78.83	84.74	91.20	93.70	116.19	1291.26	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Kc	0.90	0.90	0.90	0.55	0.55	0.55	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.90		
ETR	110.80	117.75	130.20	67.18	59.48	44.70	41.30	52.42	56.35	60.65	62.31	99.35	902.49	mm/mes
ETR	1107.99	1177.52	1302.03	671.79	594.76	447.00	412.98	524.25	563.49	606.50	623.11	993.46	9024.90	m3/(ha*me)
ÁREA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	12.00	has
DEMANDA	1107.99	1177.52	1302.03	671.79	594.76	447.00	412.98	524.25	563.49	606.50	623.11	993.46	9024.90	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.13

CULTIVO DE YUCA BLANCA														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 SEPTIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10		°C
i	12.48	13.11	13.04	12.12	11.13	9.90	9.24	9.27	9.82	10.11	10.46	11.50	132.16	
l	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16	132.16		
a	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07	3.07		
ETP sin correg.	135.39	149.67	147.94	127.51	107.27	84.57	73.61	74.01	83.19	88.26	94.67	114.80	1280.90	mm/mes
N	11.12	11.83	11.95	12.10	12.32	12.14	12.47	12.37	12.22	12.00	11.88	11.75		
días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	365.00	días
ETP correg.	129.59	137.72	152.28	128.57	113.83	85.55	79.04	78.83	84.74	91.20	93.70	116.19	1291.26	mm/mes
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Kc	0.45	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.45	0.40	0.45		
ETR	55.40	71.96	79.57	67.18	59.48	44.70	41.30	41.19	44.27	38.99	35.61	49.67	629.32	mm/mes
ETR	554.00	719.60	795.69	671.79	594.76	447.00	412.98	411.91	442.74	389.89	356.06	496.73	6293.15	m3/(ha*me)
ÁREA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	120.00	has
DEMANDA	5539.97	7195.99	7956.87	6717.91	5947.59	4470.03	4129.75	4119.11	4427.41	3898.95	3560.64	4967.30	62931.52	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.14

RESUMEN													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	UNIDAD
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	días
DEMANDA	759581.57	1450307.68	1004434.63	754493.94	268280.87	206551.78	195109.06	183632.00	195500.12	201685.66	201997.10	555501.33	m3/mes
DEMANDA	0.28	0.60	0.38	0.29	0.10	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.21	m3/s
DEMANDA	0.00024	0.00052	0.00032	0.00025	0.00025	0.00023	0.00021	0.00020	0.00023	0.00023	0.00024	0.00018	m3/(ha*seg)

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°9.1



Fuente: Elaboración propia.

9.1.2. MÉTODO DE BLANEY Y CRIDDLE

El fundamento de su expresión radica en considerar que el consumo de agua de un cultivo, bajo el supuesto de no faltar agua en el suelo, es función de la temperatura, la Iluminación y la cubierta vegetal. El introducir un factor de consumo K permite la estimación de los consumos de agua para diferentes cultivos. La fórmula es:

$$ETP_{B-ci} = \frac{I_i}{I} (45.72t_{mi} + 812.8), \text{ mm/mes}$$

Donde:

ETP_{B-ci} : Evapotranspiración potencial mensual (mm/mes)

t_{mi} : Temperatura media mensual (°C)

I_i : Número de horas de luz del mes

$$I_i = N_i N d_i$$

N_i : Duración astronómica del día

$N d_i$: Número de días del mes

I : Número de horas del año

$$I = \sum I_i \quad i = 1, 2, \dots, 12$$

El coeficiente $\frac{I_i}{I}$ puede ser sustituido por el valor p_i , que es la proporción de las horas mensuales de luz con relación al año.

$$ETP_{B-ci} = p_i (45.72t_{mi} + 812.8)$$

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.15: Porcentaje de horas mensuales de luz.

Latitud (°)	Mes											
	Norte	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov
60	4.67	5.65	8.08	9.65	11.74	12.39	12.31	10.70	8.57	6.98	5.04	4.22
50	5.98	6.30	8.24	9.24	10.68	10.91	10.99	10.00	8.46	7.45	6.10	5.65
40	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	6.52
35	7.05	6.88	8.35	8.83	9.76	9.77	9.93	9.37	8.36	7.87	6.97	6.86
30	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
25	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.23	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42
20	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66
15	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.80	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.88
10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10
0	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
Sur	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
40	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	6.52	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08
35	9.93	9.37	8.36	7.87	6.97	6.86	7.05	6.88	8.35	8.83	9.76	9.77
30	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49
25	9.45	9.09	8.32	8.09	7.40	7.42	7.53	7.14	8.39	8.61	9.33	9.23
20	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00
15	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.88	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98	8.80
10	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60
0	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22

Fuente: Monsalve (1995, pag 169).

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.16: Porcentajes de Horas Mensuales de Luz para el cálculo.

LATITUD SUR 6°9'22"

Latitud Sur	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Oct	Nov.	Dic
0	8.5	8.49	8.21	8.5	8.22	8.5	8.5	7.66	8.49	8.21	8.5	8.22
6.156	8.72	8.63	8.23	8.40	8.03	8.25	8.27	7.54	8.47	8.31	8.69	8.45
10	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.1	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.6

Fuente: Elaboración Propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.17

CULTIVO DE ALGODÓN														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97								25.10	132.18	°C
Días de riego	31	28	31	30								31	151.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%								8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68								166.61	859.84	mm/mes
Kc	0.5	1.1	0.6	0.3								0.25	2.75	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95								0.95	4.75	
Ub-c Cultivo	84.24	186.59	96.71	47.79								39.57	454.89	mm/mes
Ub-c Cultivo	842.43	1865.85	967.05	477.88								395.69	4548.90	m3/(ha*mes)
ÁREA	5.00	5.00	5.00	5.00								5.00	25.00	ha
DEMANDA	4212.16	9329.27	4835.26	2389.38								1978.44	22744.51	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.18

CULTIVO DE FREJOL CAUPI														
Periodo riego: 01 MAYO - 31 JULIO														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°					24.55	22.72	21.72						68.99	°C
Días de riego					31	30	31						92.00	días
Pi					7.99%	8.21%	8.23%							
Etp					154.68	151.96	148.59						455.24	mm/mes
Kc					0.35	1.1	0.5						1.95	
Eficiencia (95%)					0.95	0.95	0.95						2.85	
Ub-c Cultivo					51.43	158.80	70.58						280.82	mm/mes
Ub-c Cultivo					514.32	1588.03	705.82						2808.16	m3/(ha*mes)
ÁREA					6.00	6.00	6.00						18.00	ha
DEMANDA					3085.91	9528.15	4234.93						16848.99	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.19

CULTIVO DE FREJOL DE PALO														
Periodo riego: 01 MAYO - 30 SEPTIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°					24.55	22.72	21.72	21.76	22.60				113.35	°C
Días de riego					31	30	31	31	30				153.00	días
Pi					7.99%	8.21%	8.23%	7.52%	8.46%					
Etp					154.68	151.96	148.59	135.94	156.20				747.38	mm/mes
Kc					0.35	0.45	1.1	0.4	0.25				2.55	
Eficiencia (95%)					0.95	0.95	0.95	0.95	0.95				4.75	
Ub-c Cultivo					51.43	64.96	155.28	51.66	37.10				360.43	mm/mes
Ub-c Cultivo					514.32	649.65	1552.81	516.58	370.97				3604.32	m3/(ha*mes)
ÁREA					15.54	15.54	15.54	15.54	15.54				77.70	ha
DEMANDA					7992.50	10095.51	24130.62	8027.65	5764.82				56011.10	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.20

CULTIVO DE LIMÓN SUTIL														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
Días de riego	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%	7.99%	8.21%	8.23%	7.52%	8.46%	8.33%	8.73%	8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68	154.68	151.96	148.59	135.94	156.20	155.41	165.00	166.61	1927.63	mm/mes
Kc	0.75	0.75	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.70	0.75	0.75	8.30	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	11.40	
Ub-c Cultivo	126.36	127.22	120.88	111.50	95.52	93.84	91.76	83.94	96.45	95.97	109.72	118.71	1271.87	mm/mes
Ub-c Cultivo	1263.65	1272.17	1208.82	1115.04	955.16	938.38	917.57	839.44	964.51	959.65	1097.23	1187.06	12718.69	m3/(ha*mes)
ÁREA	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	157.80	ha
DEMANDA	16616.97	16729.08	15895.93	14662.82	12560.38	12339.68	12066.02	11038.66	12683.35	12619.41	14428.54	15609.89	167250.71	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.21

CULTIVO DE MAIZ AMARILLO DURO														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97								25.10	132.18	°C
Días de riego	31	28	31	30								31	151.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%								8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68								166.61	859.84	mm/mes
Kc	0.50	1.15	0.60	0.50								0.35	3.10	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95								0.95	4.75	
Ub-c Cultivo	84.24	195.07	96.71	79.65								55.40	511.06	mm/mes
Ub-c Cultivo	842.43	1950.67	967.05	796.46								553.96	5110.57	m3/(ha*mes)
ÁREA	750.00	750.00	750.00	750.00								750.00	3750.00	ha
DEMANDA	631823.82	1462999.6	725209.46	597344.55								415472.42	3832929.90	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.22

CULTIVO DE MANGO														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
Días de riego	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%	7.99%	8.21%	8.23%	7.52%	8.46%	8.33%	8.73%	8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68	154.68	151.96	148.59	135.94	156.20	155.41	165.00	166.61	1927.63	mm/mes
Kc	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	8.40	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	11.40	
Ub-c Cultivo	117.94	118.74	112.82	111.50	102.86	101.06	98.82	90.40	103.87	103.35	109.72	110.79	1281.87	mm/mes
Ub-c Cultivo	1179.40	1187.36	1128.23	1115.04	1028.64	1010.56	988.15	904.01	1038.71	1033.47	1097.23	1107.93	12818.73	m3/(ha*mes)
ÁREA	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	3651.72	ha
DEMANDA	358904.57	361326.14	343331.08	339318.79	313024.12	307523.95	300703.95	275100.53	316088.73	314495.24	333897.25	337153.10	3900867.44	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.23

CULTIVO DE MARACUYÁ														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 31 OCTUBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04		25.10	268.58	°C
Días de riego	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31		31	335.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%	7.99%	8.21%	8.23%	7.52%	8.46%	8.33%		8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68	154.68	151.96	148.59	135.94	156.20	155.41		166.61	1762.63	mm/mes
Kc	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65		0.65	7.55	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		0.95	10.45	
Ub-c Cultivo	109.52	110.26	104.76	119.47	110.21	108.27	105.87	83.94	96.45	95.97		102.88	1147.60	mm/mes
Ub-c Cultivo	1095.16	1102.55	1047.64	1194.69	1102.11	1082.74	1058.73	839.44	964.51	959.65		1028.79	11476.02	m3/(ha*mes)
ÁREA	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25		9.25	101.75	ha
DEMANDA	10130.24	10198.59	9690.67	11050.87	10194.51	10015.39	9793.27	7764.84	8921.75	8876.77		9516.30	106153.20	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.24

CULTIVO DE NARANJA TANGELO														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 SEPTIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60			25.10	245.53	°C
Días de riego	31	28	31	30	31	30	31	31	30			31	304.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%	7.99%	8.21%	8.23%	7.52%	8.46%			8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68	154.68	151.96	148.59	135.94	156.20			166.61	1607.22	mm/mes
Kc	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65			0.65	6.90	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95			0.95	9.50	
Ub-c Cultivo	109.52	110.26	120.88	119.47	110.21	108.27	91.76	83.94	96.45			102.88	1053.64	mm/mes
Ub-c Cultivo	1095.16	1102.55	1208.82	1194.69	1102.11	1082.74	917.57	839.44	964.51			1028.79	10536.38	m3/(ha*mes)
ÁREA	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00			8.00	80.00	ha
DEMANDA	8761.29	8820.40	9670.53	9557.51	8816.88	8661.96	7340.54	6715.53	7716.10			8230.31	84291.06	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.25

CULTIVO DE TAMARINDO														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
Días de riego	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%	7.99%	8.21%	8.23%	7.52%	8.46%	8.33%	8.73%	8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68	154.68	151.96	148.59	135.94	156.20	155.41	165.00	166.61	1927.63	mm/mes
Kc	0.90	0.90	0.90	0.55	0.55	0.55	0.55	0.70	0.70	0.70	0.70	0.90	8.60	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	11.40	
Ub-c Cultivo	151.64	152.66	145.06	87.61	80.82	79.40	77.64	90.40	103.87	103.35	109.72	142.45	1324.62	mm/mes
Ub-c Cultivo	1516.38	1526.61	1450.58	876.11	808.21	794.01	776.40	904.01	1038.71	1033.47	1097.23	1424.48	13246.19	m3/(ha*mes)
ÁREA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	12.00	ha
DEMANDA	1516.38	1526.61	1450.58	876.11	808.21	794.01	776.40	904.01	1038.71	1033.47	1097.23	1424.48	13246.19	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.26

CULTIVO DE YUCA BLANCA														
Periodo riego: 01 NOVIEMBRE - 31 AGOSTO														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
T°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
Días de riego	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365.00	días
Pi	8.76%	8.65%	8.24%	8.38%	7.99%	8.21%	8.23%	7.52%	8.46%	8.33%	8.73%	8.50%		
Etp	177.35	178.55	169.66	167.68	154.68	151.96	148.59	135.94	156.20	155.41	165.00	166.61	1927.63	mm/mes
Kc	0.45	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.45	0.40	0.45	6.15	
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	11.40	
Ub-c Cultivo	75.82	93.29	88.65	87.61	80.82	79.40	77.64	71.03	81.61	66.44	62.70	71.22	936.23	mm/mes
Ub-c Cultivo	758.19	932.93	886.46	876.11	808.21	794.01	776.40	710.30	816.13	664.37	626.99	712.24	9362.34	m3/(ha*mes)
ÁREA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	120.00	ha
DEMANDA	7581.89	9329.27	8864.65	8761.05	8082.14	7940.13	7764.04	7102.97	8161.26	6643.74	6269.87	7122.38	93623.38	m3/mes

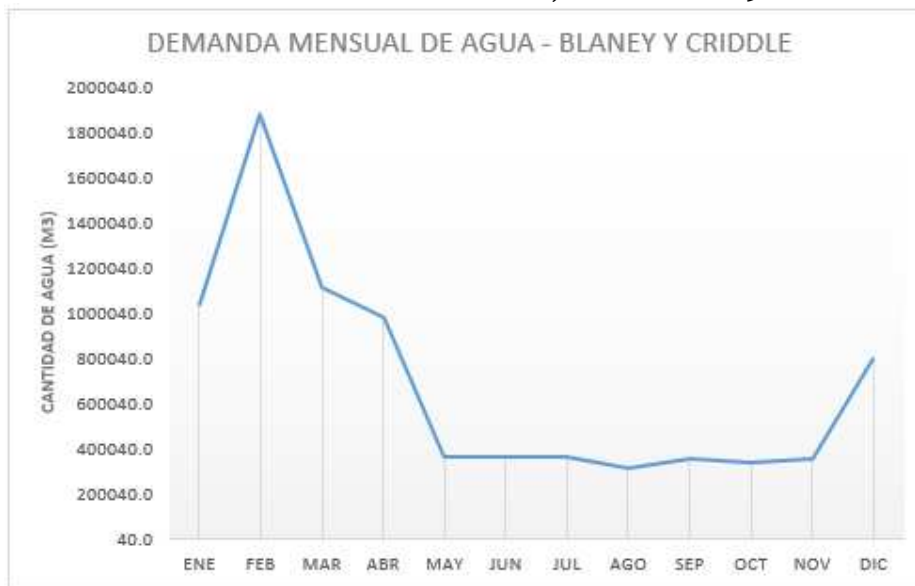
Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.27

RESUMEN														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	UNIDAD	
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	días	
DEMANDA	1039547.3	1880259.0	1119028.2	983961.08	364564.65	366898.76	366809.78	316654.18	360374.72	343668.62	355692.88	796507.32	m3/mes	
DEMANDA	0.39	0.78	0.42	0.38	0.14	0.14	0.14	0.12	0.14	0.13	0.14	0.30	m3/s	
DEMANDA	0.00033	0.00067	0.00036	0.00033	0.00035	0.00041	0.00040	0.00034	0.00042	0.00040	0.00043	0.00026	m3/(ha*seg)	

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°9.2



Fuente: Elaboración propia.

9.1.3. MÉTODO DE HARGREAVES

La evapotranspiración potencial es un conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo. Depende de factores de orden climático (radiación, humedad del aire, viento), relativos a las plantas (cubierta vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo).

La evapotranspiración potencial se ha calculado con el método de Hargreaves en base a la temperatura y la humedad relativa calculada.

$$(mm/mes) \quad ETP = MF (1,8 Ta + 32) CH$$

donde: MF = factor dependiente de latitud

Ta = temperatura media mensual (°C)

CH = factor de corrección por humedad relativa usado sólo cuando la HR media diaria > 64% y $CH = 0,166 (100 - RH)^{1/2}$

Para HR media diaria < 64 % CH = 1

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.28: Factor Mensual de Latitud (MF)

No. de Orden	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	2788	2177	2354	2197	2137	1990	2091	2216	2256	2358	2254	2265
2	2317	2136	2357	2182	2108	1956	2050	2194	2251	2372	2263	2301
3	2353	2154	2360	2167	2079	1922	2026	2172	2246	2386	2290	2337
4	2385	2172	2362	2151	2050	1888	1993	2130	2240	2398	2318	2372
5	2416	2189	2363	2134	2020	1854	1960	2126	2234	2411	2345	2407
6	2447	2205	2363	2117	1980	1820	1976	1103	2226	2422	2317	2442
7	2478	2221	2363	2099	1959	1785	1893	2078	2218	2433	2397	2476
8	2508	2237	2362	2081	1927	1750	1858	2054	2210	2433	2423	2510
9	2358	2251	2360	2062	1896	1715	1824	2028	2201	2453	2448	2544
10	2567	2266	2357	2043	1864	1679	1789	2003	2191	2462	2473	2577
11	2596	2279	2354	2023	1832	1644	1754	1976	2180	2470	2497	2610
12	2625	2292	2350	2002	1799	1608	1719	1950	2169	2477	2520	2643
13	2652	2305	2345	1981	1767	1572	1684	1922	2157	2484	2543	2675
14	2680	2317	2340	1959	1733	1536	1648	1895	2144	2490	2566	2706
15	2707	2328	2334	2937	1700	1500	1612	1867	2131	2496	2588	2738
16	2734	2339	2317	1914	1666	1464	1576	1838	2117	2500	2610	2769
17	2760	2348	2319	1891	1632	1427	1540	1809	2103	2504	2631	2799
18	2785	2359	2311	1867	2598	1391	1504	1780	2088	2508	2651	2830
19	2811	2368	2302	1843	1564	1354	1467	1750	2072	2510	2671	2859

Fuente: Tesis "Diseño de bocatoma en el río Chicama", USMP.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.29: Factor Mensual de Latitud (MF)

Latitud Sur	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Oct	Nov.	Dic
6	2.447	2.205	2.363	2.117	1.98	1.82	1.976	1.103	2.226	2.422	2.317	2.442
6.156	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424	2.329	2.447
7	2.478	2.221	2.363	2.099	1.959	1.785	1.893	2.078	2.218	2.433	2.397	2.476

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.30: Humedad Relativa Mensual (Hr) y cálculo de CH.

	Meses											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Oct	Nov.	Dic
HR	69.53	70.43	72.16	72.84	73.45	75.50	76.52	75.52	72.73	71.45	71.23	69.97
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89	0.89	0.91

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.31

CULTIVO DE ALGODON														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97								25.10	132.18	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114								2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87								0.91	4.47	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04								171.83	824.55	mm/mes
Kc	0.5	1.1	0.6	0.3								0.25		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95								0.95		
Eto	85.02	169.19	95.64	41.05								40.81	431.71	mm/mes
Eto	850.21	1691.88	956.36	410.51								408.11	4317.07	m3/(ha*mes)
ÁREA	5.00	5.00	5.00	5.00								5.00	25.00	has
DEMANDA	4251.04876	8459.42005	4781.79198	2052.562								2040.5402	21585.36	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.32

CULTIVO DE FREJOL CAUPI														
Periodo riego: 01 MAYO - 31 JULIO														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°					24.55	22.72	21.72						68.99	°C
MF					1.977	1.815	1.963							
CH					0.86	0.82	0.80						2.48	
Eto					128.82	108.69	112.27						349.78	mm/mes
Kc					0.35	1.1	0.5							
Eficiencia (95%)					0.95	0.95	0.95							
Eto					42.83	113.58	53.33						209.74	mm/mes
Eto					428.33	1135.83	533.28						2097.44	m3/(ha*mes)
ÁREA					6.00	6.00	6.00						18.00	has
DEMANDA					2569.9821	6814.9841	3199.6732						12584.64	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.33

CULTIVO DE FREJOL DE PALO														
Periodo riego: 01 MAYO - 30 SEPTIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°					24.55	22.72	21.72	21.76	22.60				113.35	°C
MF					1.977	1.815	1.963	1.255	2.225					
CH					0.86	0.82	0.80	0.82	0.87				4.17	
Eto					128.82	108.69	112.27	73.37	140.16				563.32	mm/mes
Kc					0.35	0.45	1.1	0.4	0.25					
Eficiencia (95%)					0.95	0.95	0.95	0.95	0.95					
Eto					42.83	46.47	117.32	27.88	33.29				267.79	mm/mes
Eto					428.33	464.66	1173.21	278.81	332.89				2677.90	m3/(ha*mes)
ÁREA					15.54	15.54	15.54	15.54	15.54				77.70	has
DEMANDA					6666.2537	7220.7854	18231.738	4332.7343	5173.1255				41614.64	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.34

CULTIVO DE LIMON SUTIL														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424	2.329	2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89	0.89	0.91	10.42	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04	128.82	108.69	112.27	73.37	140.16	157.96	154.37	171.83	1700.20	mm/mes
Kc	0.75	0.75	0.75	0.70	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.70	0.75		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Eto	127.53	115.36	119.54	95.79	79.55	67.12	69.33	45.31	86.55	97.54	102.66	122.43	1128.70	mm/mes
Eto	1275.31	1153.56	1195.45	957.86	795.47	671.17	693.26	453.07	865.52	975.39	1026.58	1224.32	11286.98	m3/(ha*mes)
ÁREA	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	157.80	has
DEMANDA	16770.3874	15169.2782	15720.1411	12595.889	10460.439	8825.9207	9116.4023	5957.8581	11381.542	12826.42	13499.59	16099.862	148423.73	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.35

CULTIVO DE MAIZ AMARILLO DURO														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 ABRIL														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97								25.10	132.18	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114								2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87								0.91	4.47	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04								171.83	824.55	mm/mes
Kc	0.50	1.15	0.60	0.50								0.35		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95								0.95		
Eto	85.02	176.88	95.64	68.42								57.14	483.09	mm/mes
Eto	850.21	1768.79	956.36	684.19								571.35	4830.89	m3/(ha*mes)
ÁREA	750.00	750.00	750.00	750.00								750.00	3750.00	has
DEMANDA	637657.314	1326590.87	717268.797	513140.5								428513.44	3623170.92	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.36

CULTIVO DE MANGO														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424	2.329	2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89	0.89	0.91	10.42	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04	128.82	108.69	112.27	73.37	140.16	157.96	154.37	171.83	1700.20	mm/mes
Kc	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Eto	119.03	107.67	111.58	95.79	85.67	72.28	74.66	48.79	93.21	105.04	102.66	114.27	1130.63	mm/mes
Eto	1190.29	1076.65	1115.75	957.86	856.66	722.80	746.59	487.92	932.09	1050.42	1026.58	1142.70	11306.34	m3/(ha*mes)
ÁREA	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	304.31	has
DEMANDA	362218.261	327636.415	339534.328	291487.07	260690.42	219955.68	227194.93	148479.1	283645.74	319654.35	312400.02	347735.8	3440632.10	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.37

CULTIVO DE MARACUYÁ														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 31 OCTUBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04		25.10	268.58	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424		2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89		0.91	9.53	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04	128.82	108.69	112.27	73.37	140.16	157.96		171.83	1545.83	mm/mes
Kc	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65		0.65		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		0.95		
Eto	110.53	99.97	103.61	102.63	91.79	77.44	79.99	45.31	86.55	97.54		106.11	1001.46	mm/mes
Eto	1105.27	999.75	1036.05	1026.28	917.85	774.43	799.92	453.07	865.52	975.39		1061.08	10014.62	m3/(ha*mes)
ÁREA	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25	9.25		9.25	101.75	has
DEMANDA	10223.7723	9247.68419	9583.5081	9493.0993	8490.1195	7163.4776	7399.2443	4190.8888	8006.0276	9022.3867		9814.9982	92635.21	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.38

CULTIVO DE NARANJA TANGELO														
Periodo riego: 01 DICIEMBRE - 30 SEPTIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60			25.10	245.53	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225			2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87			0.91	8.64	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04	128.82	108.69	112.27	73.37	140.16			171.83	1387.87	mm/mes
Kc	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.75	0.65	0.65	0.65			0.65		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95			0.95		
Eto	110.53	99.97	119.54	102.63	91.79	77.44	69.33	45.31	86.55			106.11	909.20	mm/mes
Eto	1105.27	999.75	1195.45	1026.28	917.85	774.43	693.26	453.07	865.52			1061.08	9091.96	m3/(ha*mes)
ÁREA	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00			8.00	80.00	has
DEMANDA	8842.18142	7997.99714	9563.58396	8210.248	7342.8061	6195.4401	5546.1003	3624.5525	6924.132			8488.6471	72735.69	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.39

CULTIVO DE TAMARINDO														
Periodo riego: 01 ENERO - 31 DICIEMBRE														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424	2.329	2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89	0.89	0.91	10.42	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04	128.82	108.69	112.27	73.37	140.16	157.96	154.37	171.83	1700.20	mm/mes
Kc	0.90	0.90	0.90	0.55	0.55	0.55	0.55	0.70	0.70	0.70	0.70	0.90		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Eto	153.04	138.43	143.45	75.26	67.31	56.79	58.66	48.79	93.21	105.04	102.66	146.92	1189.56	mm/mes
Eto	1530.38	1384.27	1434.54	752.61	673.09	567.92	586.61	487.92	932.09	1050.42	1026.58	1469.19	11895.61	m3/(ha*mes)
ÁREA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	12.00	has
DEMANDA	1530.37756	1384.26874	1434.53759	752.60607	673.09056	567.91534	586.60676	487.92053	932.09469	1050.4234	1026.5848	1469.1889	11895.61	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.40

CULTIVO DE YUCA BLANCA														
Periodo riego: 01 NOVIEMBRE - 31 AGOSTO														
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Σ	UNIDAD
Ta°	26.48	27.36	27.26	25.97	24.55	22.72	21.72	21.76	22.60	23.04	23.57	25.10	292.15	°C
MF	2.452	2.207	2.363	2.114	1.977	1.815	1.963	1.255	2.225	2.424	2.329	2.447		
CH	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86	0.82	0.80	0.82	0.87	0.89	0.89	0.91	10.42	
Eto	178.99	161.90	167.78	144.04	128.82	108.69	112.27	73.37	140.16	157.96	154.37	171.83	1700.20	mm/mes
Kc	0.45	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.45	0.40	0.45		
Eficiencia (95%)	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95		
Eto	76.52	84.59	87.67	75.26	67.31	56.79	58.66	38.34	73.24	67.53	58.66	73.46	818.02	mm/mes
Eto	765.19	845.94	876.66	752.61	673.09	567.92	586.61	383.37	732.36	675.27	586.62	734.59	8180.22	m3/(ha*mes)
ÁREA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	120.00	has
DEMANDA	7651.88777	8459.42005	8766.61863	7526.0607	6730.9056	5679.1534	5866.0676	3833.6613	7323.6012	6752.7219	5866.1989	7345.9446	81802.24	m3/mes

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.41

RESUMEN													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	UNIDAD
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	días
DEMANDA	1049145.23	1704945.35	1106653.31	845258.03	303614.02	262423.35	277140.76	170906.71	323386.26	349306.30	332792.40	821508.41	m3/mes
DEMANDA	0.39	0.70	0.41	0.33	0.11	0.10	0.10	0.06	0.12	0.13	0.13	0.31	m3/s
DEMANDA	0.00034	0.00061	0.00036	0.00028	0.00029	0.00029	0.00030	0.00019	0.00037	0.00041	0.00040	0.00026	m3/(ha*seg)

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°9.3



Fuente: Elaboración propia.

9.1.4. RESULTADO DE DEMANDA DE AGUA

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°9.42

MÉTODO	DEMANDA MENSUAL DE AGUA (m ³ /s)											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
METODO DE BLANEY Y CRIDDLE	0.39	0.78	0.42	0.38	0.14	0.14	0.14	0.12	0.14	0.13	0.14	0.30
MÉTODO DE HARGREAVES	0.39	0.70	0.41	0.33	0.11	0.10	0.10	0.06	0.12	0.13	0.13	0.31
METODO DE THORNTHWAITE	0.28	0.60	0.38	0.29	0.10	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.21
PROMEDIO	0.35	0.69	0.40	0.33	0.12	0.11	0.10	0.08	0.11	0.11	0.11	0.27
FACTOR DE CONDUCCIÓN, EVAPORACION Y ROBO	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
DEMANDA	0.48	0.99	0.57	0.47	0.17	0.15	0.15	0.12	0.16	0.16	0.16	0.37

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°9.4



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO X

10. BALANCE HÍDRICO

Se efectuó el Balance hídrico con la información de disponibilidades hídricas en la cuenca del río Chóchope VS la demanda de agua. Con la finalidad de tener un dato muy aproximado del volúmenes en la micro cuenca.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°10.1

OFERTA DE AGUA m3/s - OBTENIDA POR EL MÉTODO DE LUTZ SCHOLZ													
FUENTES DE AGUA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	UNIDAD
RIO CHOCHOPE	0.819	2.325	4.820	3.612	1.395	0.576	0.248	0.094	0.137	0.383	0.271	0.483	m3/s
AGUA SUBTERRANEA	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	m3/s
CAUDAL ECOLOGICO	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	m3/s
TOTAL	0.725	2.231	4.726	3.518	1.301	0.482	0.154	0.000	0.043	0.289	0.177	0.389	m3/s

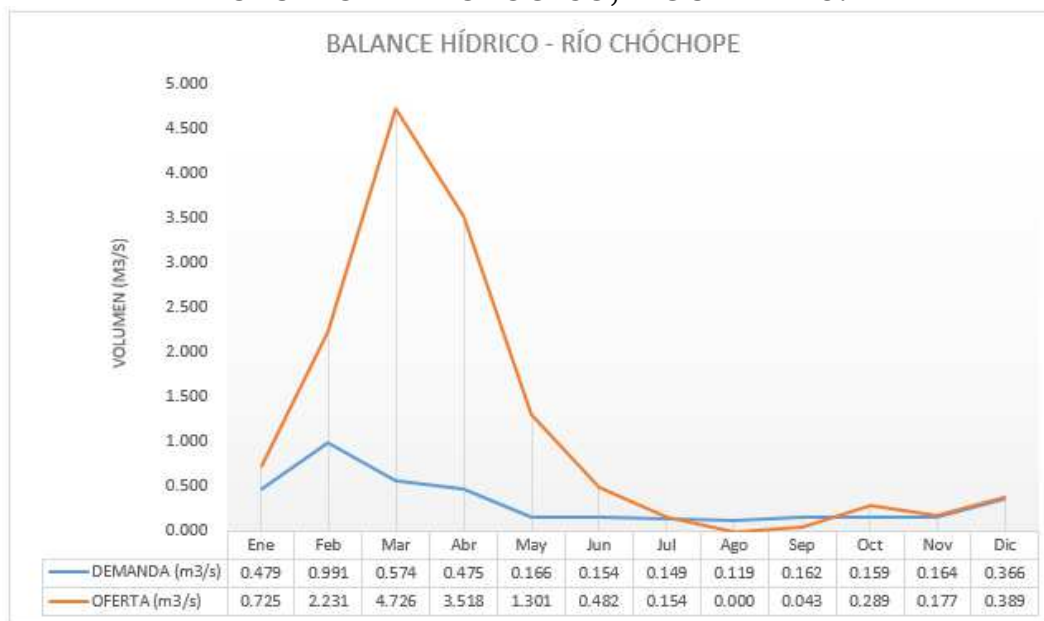
Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°10.2

BALANCE DE AGUA - IRRIGACIÓN CHÓCHOPE m3/mes													
DESCRIPCIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	UNIDAD
DEMANDA	0.479	0.991	0.574	0.475	0.166	0.154	0.149	0.119	0.162	0.159	0.164	0.366	m3/s
OFERTA	0.725	2.231	4.726	3.518	1.301	0.482	0.154	0.000	0.043	0.289	0.177	0.389	m3/s
BALANCE	0.246	1.240	4.152	3.043	1.134	0.329	0.005	-0.119	-0.118	0.130	0.013	0.023	m3/s

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°10.1



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO XI

11. CALIDAD DEL AGUA

11.1. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA O RIEGO.

Se entiende por agua de uso agrícola aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes.

Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en la Norma.

Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación:

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°11.1: Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	PelículaVisible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

Fuente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

ESTUDIO HIDROLÓGICO, TABLA N°11.2: Parámetro de los Niveles Guía de la Calidad del Agua para Riego.

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN *		
		Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
Salinidad: (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
Infiltración: (4)				
RAS=0-3yCE=		0,7	0,7-0,2	<0,2
RAS=3-6yCE=		1,2	1,2-0,3	<0,3
RAS=6-12yCE=		1,9	1,9-0,5	<0,5
RAS=12-20yCE=		2,9	2,9-1,3	<1,3
RAS=20-40yCE=		5,0	5,0-2,9	<2,9
Toxicidad por iones específicos (5)				
Sodio:				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Cloruros:				
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3,0	
Boro:	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
Efectos misceláneos (7)				
Nitrógeno (N-NO ₃ -)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HCO ₃ -) Solo aspersión	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8,5
pH	Rango normal		6,5-8,4	


Fuente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua.

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- (2) Conductividad eléctrica del agua: regadío (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm).
- (3) Sólidos disueltos totales.
- (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
- (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos.
- (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada.
- (7) Afecta a los cultivos susceptibles.

11.2. RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA


ESTUDIO HIDROLÓGICO, FIGURA N°11.1: Análisis de Agua para Uso Agrícola.


	SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES SALVADOR PEÑA N° 659 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE CELULAR - 074 - 979280740 RESOLUCION N° 001083-2009/DSD-INDECOP CODIGO CONSUCODE N° S0090112 LABORATORIO SEGENMA
---	---


SOLICITANTE : GIORGIO NASSI MIRENGUI
LUGAR : CHOCHOPE PROV. LAMBAYEQUE DEPTO. LAMBAYEQU
FECHA : 7 SETIEMBRE DEL 2016.

ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE AGUA

M	1
TEX.	-
C.E uS/cm	540
P.H	6.8
M.O	-
N%	-
P%	-
K%	-
Co 3	0.0
Hco3	1.8
Cl	2.5
So4	0.8
Ca	2.1
Mq	1.6
Na	0.6
K	0.3
RAS	


SALVADOR MARTINEZ FAJEN
TECNICO .I. R.M. Y DE SUELOS




José María Sosa
INGENIERO CIVIL
REG CIP 85158

Comparando los resultados del análisis de agua y comparando con los cuadros (N°11.1 y N° 11.2), se puede apreciar que está bajo los límites admisibles y cumple con los niveles de calidad, es decir el agua es apta para uso agrícola

Además:

La calidad de agua del río Chóchope, es considerada, de acuerdo a la clasificación de la FAO, publicación 29, como “sin problema” para su uso, ya que los valores de salinidad encontrados son menores de 0.65 mmhos/cm, el RAS “ajustado es menor de 6.0, por lo que no se va a afectar la permeabilidad del suelo y tampoco existe presencia de toxicidad de iones específicos. Eso nos indica que el agua puede usarse sin ninguna restricción. Si atendemos a la clasificación del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica, las muestras de agua analizadas se clasifican dentro del rango C1S1, lo que indica que el agua puede usarse en casi cualquier tipo de suelo y sin restricciones. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

CAPÍTULO XII

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La oferta hídrica aportada por el río Chóchope que pertenece a la cuenca del río Motupe, de acuerdo a los caudales medio mensuales generados con los datos de registros históricos es de 1.264 m³/s. El régimen hídrico del río Chóchope es de carácter irregular con épocas de crecidas y estiajes de acuerdo al comportamiento de las lluvias.
- La demanda hídrica (gasto agrícola) beneficiará a 1100.71 has con cultivos permanentes principalmente.
- El caudal máximo (caudal de diseño) es de 155.2 m³/s.
- El tiempo de retorno para la máxima avenida es de 50 años el cual se obtuvo a partir de cuadros que indican el periodo de retorno según obra hidráulica.
- El caudal de derivación obtenido de la demanda hídrica es de 0.99 m³/s.
- La calidad del agua que ofrece el río Chóchope es apta para uso agrícola.

ANEXO 04:
PANEL FOTOGRÁFICO

1. ZONA DE ESTUDIO

FOTO 1.1: Captación rústica el pueblo.



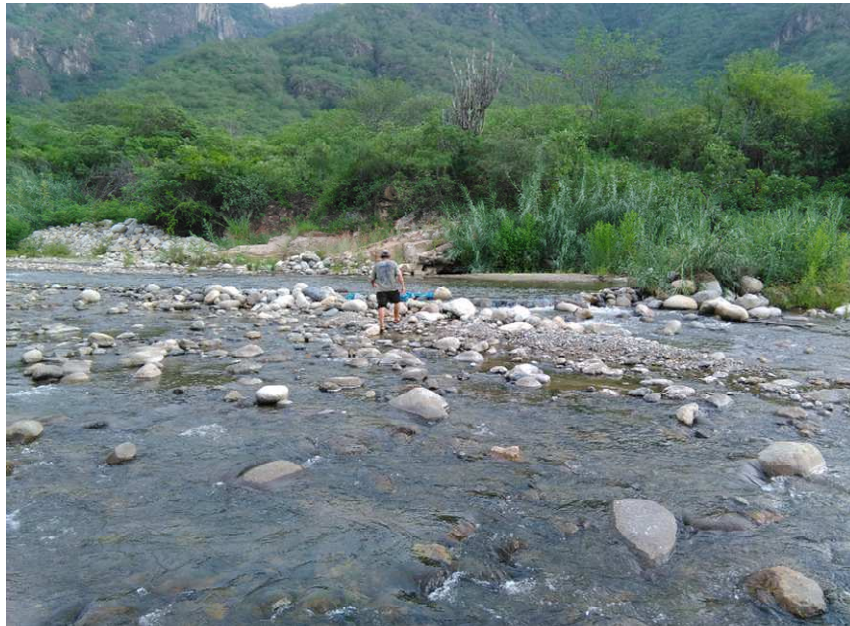
Fuente: Propia.

FOTO 1.2: Primera visita en Captación rústica el pueblo.



Fuente: Propia.

FOTO 1.3: Primera visita en Río Chóchope.



Fuente: Propia.

FOTO 1.4: Guardián acomodando las rocas y plásticos.



Fuente: Propia.

FOTO 1.5: Segunda visita, Bocatoma rústica El Pueblo.



Fuente: Propia.

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

FOTO 2.1: Primera estación E-01 (Inicio de levantamiento).



Fuente: Propia.

FOTO 2.2: Miembro de brigada con el prisma en el margen derecho del río.



Fuente: Propia.

FOTO 2.3: Estación E-02: Margen derecho del río Chóchope.



Fuente: Propia.

FOTO 2.4: Estación E-03.



Fuente: Propia.

3. EXPLORACIÓN DE SUELOS

FOTO 3.1: Exploración de calicata C-01. Margen izquierdo del Río Chóchope.



Fuente: Propia.

FOTO 3.2: Calicata C-01. Uso de maquinaria pesada debido al estrato que existe.



Fuente: Propia.

FOTO 3.3: Nivel freático de calicata C-01.



Fuente: Propia.

FOTO 3.4: Calicata C-01.



Fuente: Propia.

FOTO 3.5: Calicata C-02. Uso de maquinaria pesada debido al estrato que existe. Margen derecho del Río Chochope.



Fuente: Propia.

FOTO 3.6: Calicata C-02.



Fuente: Propia.

FOTO 3.7: Exploración de calicata C-03. Zona de proyección del desarenador.



Fuente: Propia.

FOTO 3.7: Calicata C-03.



Fuente: Propia.

4. ENSAYOS DE SUELOS

FOTO 4.1: Muestras para contenido de humedad.



Fuente: Propia.

FOTO 4.2: Ensayo de Análisis Granulométrico: Lavado de muestras por malla N°200.



Fuente: Propia.

FOTO 4.3: Ensayo de Análisis Granulométrico: Muestras lavadas sacadas del horno.



Fuente: Propia.

FOTO 4.4: Ensayo de Gravedad Específica: Eliminación de aire atrapado.



Fuente: Propia.

FOTO 4.5: Ensayo de Gravedad Específica: Nivelación de Menisco.



Fuente: Propia.

FOTO 4.6: Ensayo de Contenido de sales: Muestra en las botellas.



Fuente: Propia.

FOTO 4.7: Ensayo de Contenido de sales: Muestra sacadas del horno.



Fuente: Propia.

FOTO 4.8: Ensayo de Corte Directo: aplicación de esfuerzo.



Fuente: Propia.

FOTO 4.8: Ensayo de Corte Directo: Muestras sacadas del horno.



Fuente: Propia.

5. CALIDAD DE AGUA

FOTO 5.1: Extracción de muestra de agua superficial..



Fuente: Propia.

ANEXO 05:
DISEÑO HIDRÁULICO

DISEÑO DE LA BOCATOMA EL PUEBLO

I. CONSTRUCCIÓN DE CURVA DE AFORO .

Caudales de diseño: Q_{máximo} = 155.2 m³/s

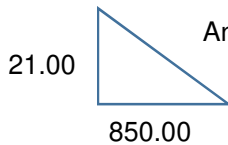
Caudal de derivación: Q_{demanda} = 0.99 m³/s

Cálculo del coeficiente de rugosidad "n":

- | | |
|---|-------|
| 1.- Valor básico de rugosidad por cantos rodados y arena gruesa | 0.028 |
| 2.- Incremento por el grado de Irregularidad (poco irregular) | 0.005 |
| 3.- Incremento por el cambio de dimensiones ocasionales | 0.005 |
| 4.- Aumento por Obstrucciones por arrastre de raíces | 0.01 |
| 5.- Aumento por Vegetación | 0.005 |

n = 0.053

Cálculo de la pendiente:

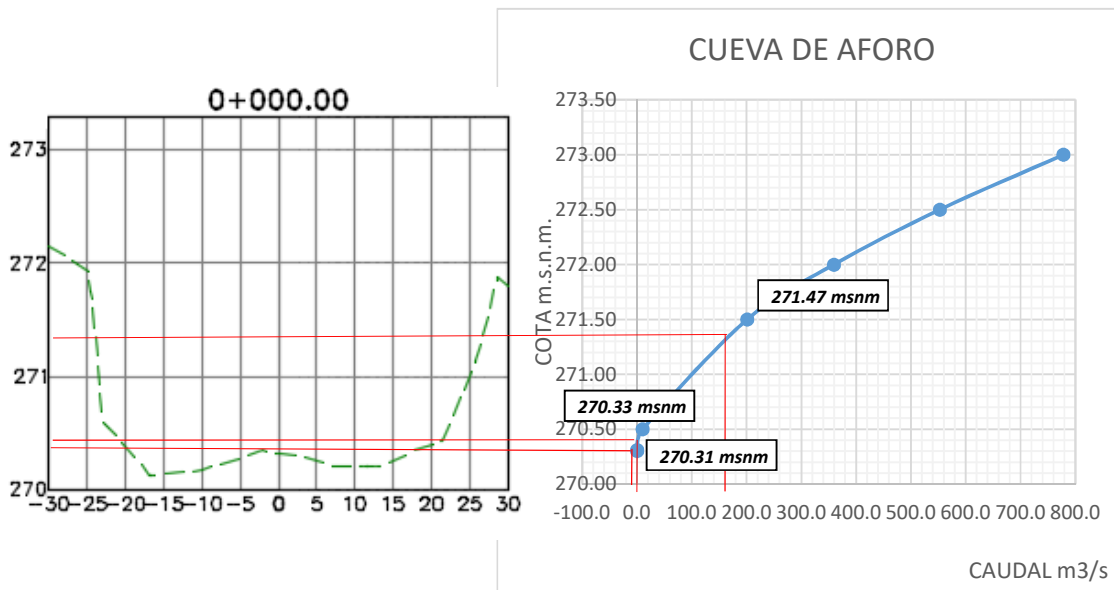
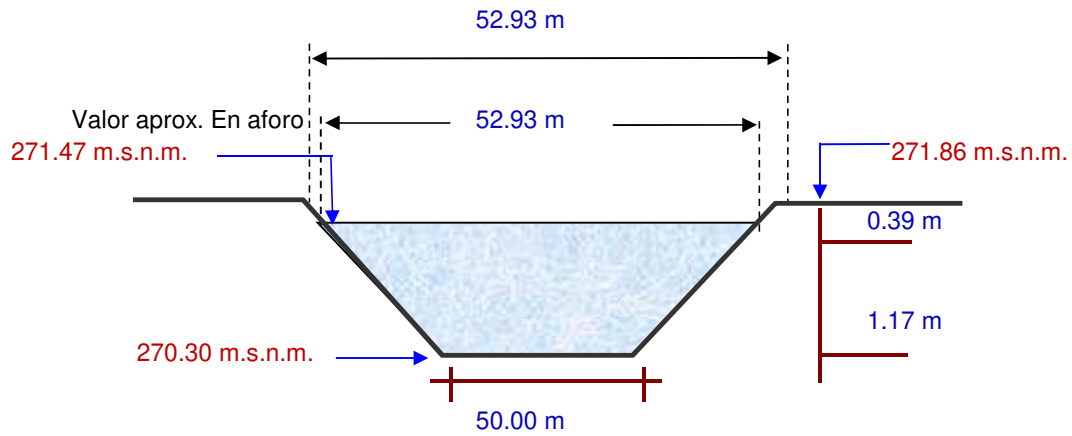


Ancho de plantilla (B) = 50
 Talud (Z) = 1.25
 S = 0.0247

Km	Cota
0+350.0	280.000
-0+500.0	259.000

Construcción de la curva de aforo:

Cota	Área	Perímetro	Radio Hidráulico	1/n	s ^{0.5}	Q
m.s.n.m.	m ²	m	RH ^(2/3)			m ³ /s
270.30						
270.30	0.200	50.013	0.025	18.868	0.157	0.015
270.31	0.500	50.032	0.046	18.868	0.157	0.069
270.50	10.050	50.640	0.340	18.868	0.157	10.141
271.50	61.800	53.842	1.096	18.868	0.157	200.921
272.00	88.612	55.443	1.367	18.868	0.157	359.242
272.50	116.050	57.043	1.606	18.868	0.157	552.581
273.00	144.112	58.644	1.821	18.868	0.157	778.294



	CAUDAL m ³ /s	COTA m.s.n.m.	Y _n m
Q _{máximo}	155.2	271.47	1.17
Q _{medio}	1.264	270.33	0.03
Q _{mínimo}	0.094	270.31	0.01

A =	60.33	m ²
P =	53.75	m ²
R =	1.12	
n =	0.053	
S =	0.025	m/m

Q _{diseño} =	155.20	m ³ /s
Y _n =	1.17	m
V =	3.20	m/s

Del gráfico:

$$A = (b \cdot Y_n) + (Z \cdot Y_n^2)$$

$$P = b + [2 \cdot Y_n \cdot (1 + Z^2)^{0.5}]$$

II. BOCATOMA. DISEÑO HIDRÁULICO

2.1. Cotas y altura del Barraje Fijo (aliviadero de demacías).

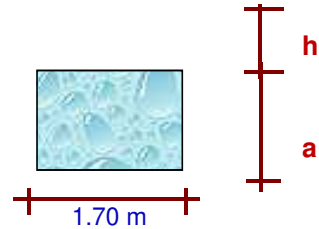
2.1.1. Cálculo de la captación:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

C=	0.60	Coefficiente de descarga
b=	1.50	ancho efectivo
B=	1.70	ancho total
Q=	0.990	(Caudal de derivación)

Para tener una idea de las diensiones

* Asumimos h = 0.10 m



Rejillas

Φ	5/8	diametro pulg.
D (cm)	1.59	diametro cm.
S (cm)	0.15	separación de varillas

* Entonces reemplazando:

$$a = 0.80 \text{ m}$$

2.1.2. Cálculo de la elevación del barraje (P):

Datos:	Q =	155.20	m ³ /s
	b =	50.00	m

caudal de diseño
ancho de cauce

Y _n =	0.80	m
CFC =	270.60	m.s.n.m.
CFR =	270.30	m.s.n.m.
h _{sed} =	0.30	m

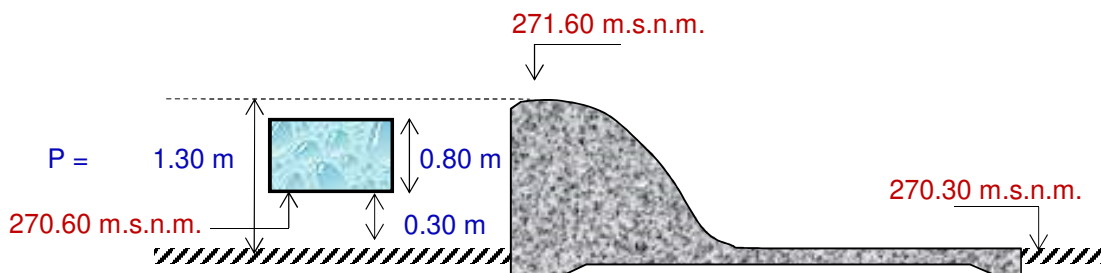
altura de orificio de captación
cota fondo de captación
rasante de cauce
altura de sedimentos

Calculamos la cota de la cresta :

$$C_c = CFR + h_{sed} + Y_n + 0.20$$

$$C_c = 271.60 \text{ msnm}$$

$$P = 1.30 \text{ m} \longrightarrow \boxed{P = 1.30} \text{ m}$$



2.2. Longitud del Barraje Fijo.

2.2.1. Dimensionamiento

a. Por relación de áreas:

El área hidráulica del canal desarenador tiene una relación de 1/10 del área obstruida por el aliviadero, teniéndose:

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

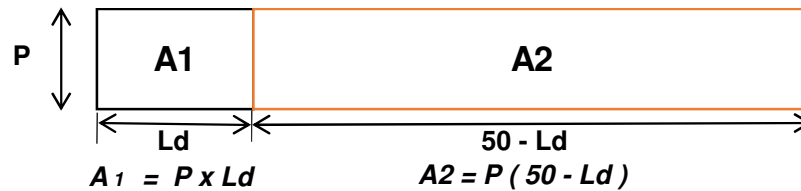
N° de pilares = 2

A1 = Área del barraje móvil

A2 = Área del barraje fijo

N° de compuertas = 2

El área hidráulica del canal desarenador tiene una relación de 1/10 del área obstruida por el aliviadero, teniéndose:



Remplazando estos valores, tenemos que:

$$P \times Ld = P \times (50.0 - Ld)/10$$

L1 =	Ld =	4.60	m
L2 =	50 - Ld =	45.40	m

b. Longitud de compuerta del barraje móvil (Lcd):

Lcd = L1/2 =	2.30	m
--------------	------	---

Se usará 2 compuertas de:

91 plg x 99 plg

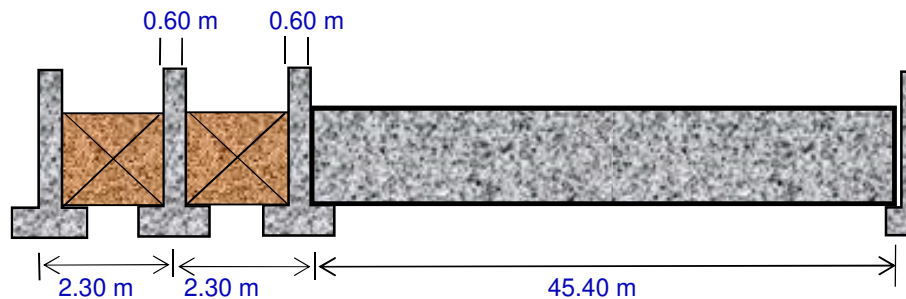
c. Predimensionamiento del espesor del Pilar (e):

e = Lcd / 4 =	0.58	m
---------------	------	---

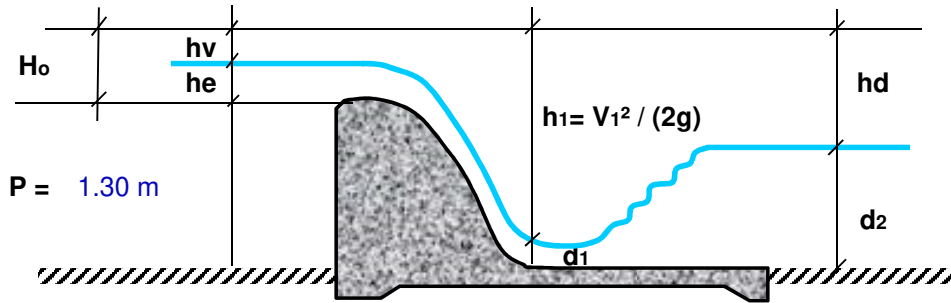
Consideramos:

e =	0.60	m
-----	------	---

2.2.2. Resumen: Dimensiones reales del canal de limpia y barraje fijo



2.3. Cálculo de la Carga Hidráulica:



Donde:

- Ho:** Carga de Diseño
- he:** Altura de agua antes del remanso de depresión
- hv:** Carga de Velocidad
- P:** Longitud de Paramento

En este calculo se tendrá que considerar que las compuertas deben estar abiertas , para ello el caudal de diseño se compartira entre el barraje movil y fijo.

"Ho" se calcula asumiendo un valor , calcular el coeficiente de descarga "c" y calcular el caudal para el barraje fijo y movil

El caudal calculado debe ser igual al caudal de diseño.

$$Q_{\text{diseño max.}} = Q_{\text{aliviadero}} + Q_{\text{canal.limpia}}$$

2.3.1. Descarga sobre la cresta (barraje fijo) = Qaliviadero (Qc):

$$Q_c = C * L * H_o^{\frac{3}{2}}$$

$$L = L_2 - 2(N * K_p + K_a) * H_o$$

$$H_o = \frac{q^2}{2g(P + H_o)^2}$$

Qc = Descarga del aliviadero

C = coeficiente de descarga

L = Longitud efectiva de la cresta (m)

Ho = Carga sobre la cresta incluyendo hv (m)

Ho = 0.60

L2 = Longitud bruta de la cresta

45.40 m

N = Numero de pilares que atraviesa el aliviadero

2.00

Kp = Coef. de contracción de pilares (redondos)

0.01

Ka = Coef.de contraccion de estribos (redondeados)

0.00

"Ho" se calcula asumiendo un valor , calcular el coeficiente de descarga "C" y calcular el caudal para el barraje fijo y móvil.

El caudal calculado debe ser igual al caudal de diseño.

Reemplazando en la ecuación la Longitud efectiva para Ho asumido es:

$$L = 45.38 \text{ m}$$

Cálculo del coeficiente de descarga:

$$C = C_o * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

a. Profundidad de llegada "P": (Co)

Relación P/Ho = 2.17 

Co =	3.94
------	------

 Fig 3


b. Efectos de cargas diferentes a las del proyecto: (K1 = C/C1)

Relación He/Ho = 1.00 

K1 =	1.00
------	------

 Fig 4

c. Efecto del talud aguas arriba: (K2 = C1/Cv)

Relación P/Ho = 2.17 

K2 =	1.00
------	------

 Fig 5
* Por ser paramento vertical: K2 = 1

d. Efecto de la interferencia del lavadero de aguas abajo :

Relación (P+Ho)/Ho = 3.17 

K3 =	1.00
------	------

 Fig 7

e. Efecto de sumergencia:

Relación P/Ho = 2.17 

K4 =	1.00
------	------

 Fig 8

* Reemplazamos en la ecuación:

C =	2.17
-----	------

* Reemplazando en la formula de "Q" (caudal sobre la cresta de barraje fijo) tenemos que:

Qc =	45.70 m ³ /s
------	-------------------------

2.3.2. Descarga en el canal de limpia, Barraje movil. (Qcl):

Se considera que cada compuerta funciona como vertedero, entonces: **P = 0.00 m**

Para ello seguiremos iterando, igual que anteriormente asumiendo un valor de h, para ello usaremos la siguiente formula:

$$Q_{cl} = C * L'' * h_o^{\frac{3}{2}} \quad L'' = L_1 - 2(N * K_p + K_a) * h_o$$

Donde :

- L''** = Longitud efectiva de la cresta
- ho** = Carga sobre la cresta incluyendo hv 1.90
- L1** = Longitud bruta del canal 4.60
- N** = Numero de pilares que atraviesa el aliviadero 2.00
- Kp** = Coef. de contrac. de pilares (redondo) 0.01
- Ka** = Coef. de contracción de estribos (redondeados) 0.10

L'' =	4.14 m
-------	--------

Cálculo del coeficiente de descarga:

$$C = C_o * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

a. Profundidad de llegada "P": (Co)

$$P/h_o = 0.68 \Rightarrow C_o = 3.85 \quad \text{Fig 3}$$

b. Efectos de cargas diferentes a las del proyecto: (K1 = C/C1)

$$h_e = h_o \rightarrow h_e/h_o = 1.00 \Rightarrow K_1 = 1.00 \quad \text{Fig 4}$$

c. Efecto del talud aguas arriba: (K2 = C1/Cv)

$$P/h_o = 0.00 \Rightarrow K_2 = 1.00 \quad \text{Fig 5}$$

d. Efecto de la interferencia del lavadero de aguas abajo :

$$(P + H_o) / H_o = 1.00 \Rightarrow K_3 = 0.77 \quad \text{Fig 7}$$

e. Efecto de sumergencia:

$$H_d / h_e = 2/3 \ h_o/h_o = 0.67 \Rightarrow K_4 = 0.98 \quad \text{Fig 8}$$

* Reemplazamos en la ecuación: $C = 1.60$

* Reemplazando en la formula de "Q" (caudal sobre la cresta de barraje fijo) tenemos que:

$$Q_{cl} = 17.34 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.3.3. Descarga máxima total (Qt):

$$Q_t = Q_c + Q_{cl}$$

$$Q_t = 63.05 \text{ m}^3/\text{s}$$

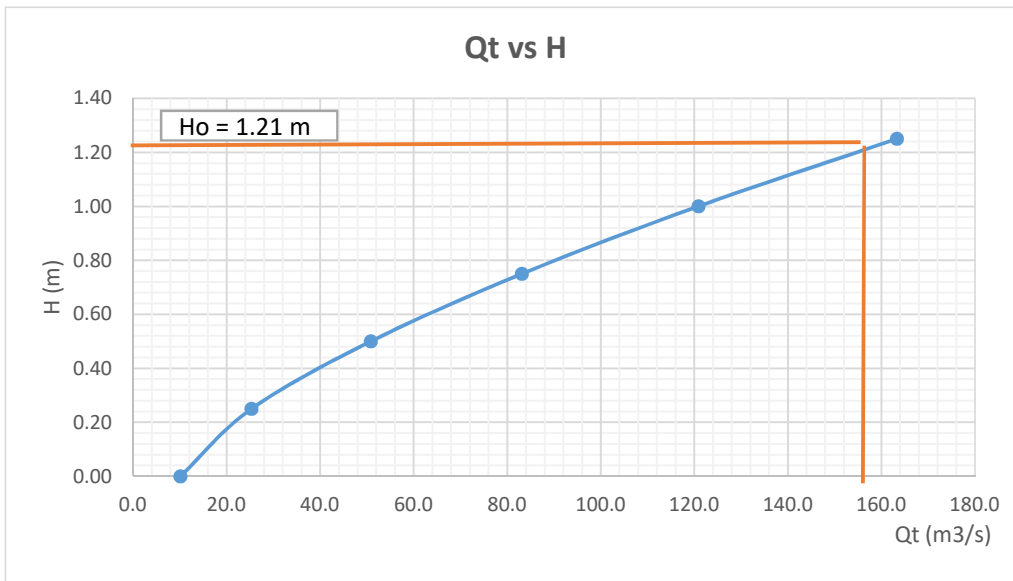
Este valor no cumple con el caudal de diseño, tendremos que asumir otro valor de "Ho"

Q sobre la cresta $Q_c = C * L * H_o^{\frac{3}{2}}$ $L = L_2 - 2(N * K_p + K_a) * H_o$

Q canal de limpia $Q_{cl} = C * L'' * h_o^{\frac{3}{2}}$ $L'' = L_1 - 2(N * K_p + K_a) * h_o$

CUADRO PARA EL PROCESO ITERATIVO

Ho	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25
Qc	0.0	12.3	34.8	63.9	98.3	137.4
Qcl	10.2	13.0	16.1	19.3	22.6	26.0
Qt	10.2	25.3	50.9	83.1	120.9	163.3

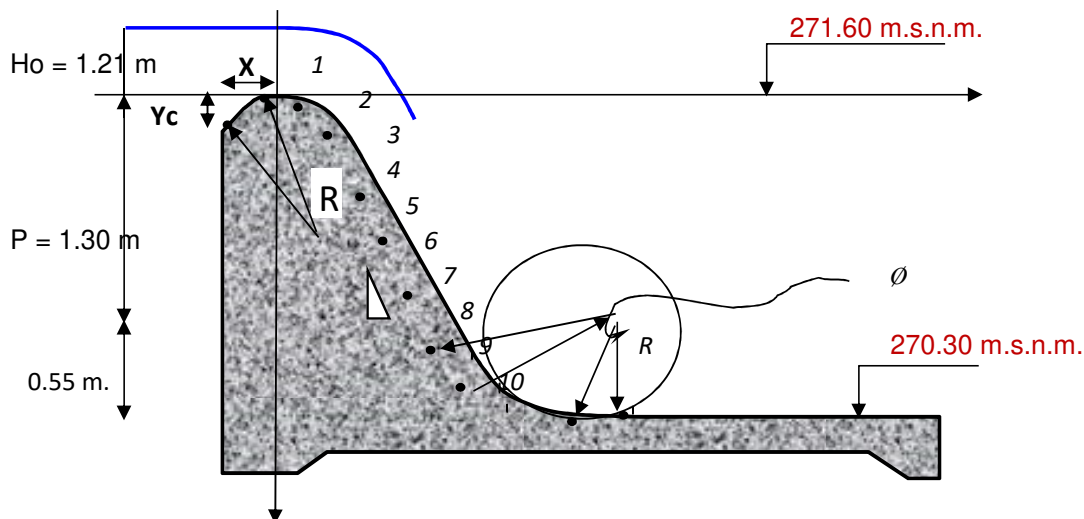


Iterando para Q_{máx.} obtenemos:

Q_{máx.} = 155.2 m

Ho =	1.21	m
Qc =	130.89	m ³ /s
Qcl =	26.33	m ³ /s
Qt =	157.22	m ³ /s

2.4. Cálculo de la cresta (Cimacio):



La sección de la cresta de cimacio, cuya forma se aproxima a la superficie inferior de la lámina vertiente que sale por el vertedor en pared delgada, constituye la forma ideal para obtener óptimas descargas, dependiendo de la carga y de la inclinación del paramento aguas arriba de la sección.

Considerando a los ejes que pasan por encima de la cresta, la porción que queda aguas arriba del origen se define como una curva simple y una tangente o una curva circular compuesta; mientras la porción aguas abajo está definida por la siguiente relación:

$$\frac{Y}{H_o} = -K * \left(\frac{X}{H_o}\right)^n$$

En las que "K" y "n" son constantes

Determinación del caudal unitario (q):

$$q = \frac{Qc}{L_2} = 2.88 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

Velocidad de llegada (V):

$$V = \frac{q}{(H_o + P)} = 1.15 \text{ m/s}$$

Carga de Velocidad (hv):

$$hv = \frac{V^2}{2g} = 0.07 \text{ m}$$

Altura de agua antes del remanso de depresión (he):

$$he = H_o - hv = 1.14 \text{ m}$$

Determinación de "K" y "n" mediante la relación hv/Ho:

$$\begin{array}{l} hv/H_o = 0.056 \\ \text{Talud: Vertical} \end{array} \begin{array}{l} \longrightarrow K = 0.51 \\ \longrightarrow n = 1.846 \end{array} \quad \text{Fig 1}$$

a. Cálculo del punto de tangencia (Pt)

Ecuación de de WESS para el PERFIL CREAGUER:

$$Y = -KH_o \left(\frac{x}{H_o}\right)^n = -K \frac{H_o}{H_o^n} x^n$$

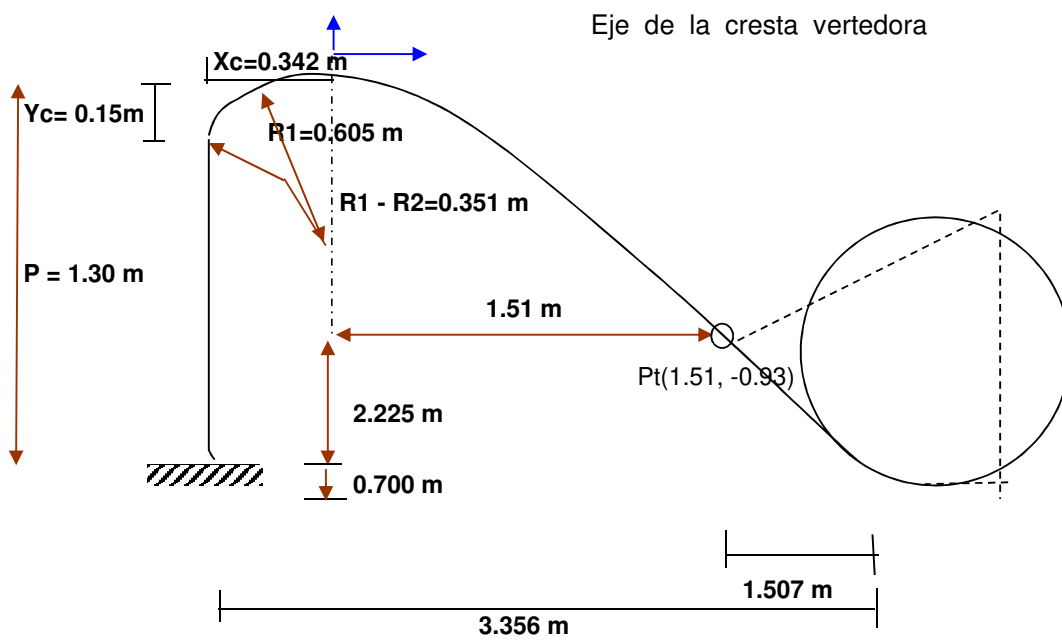
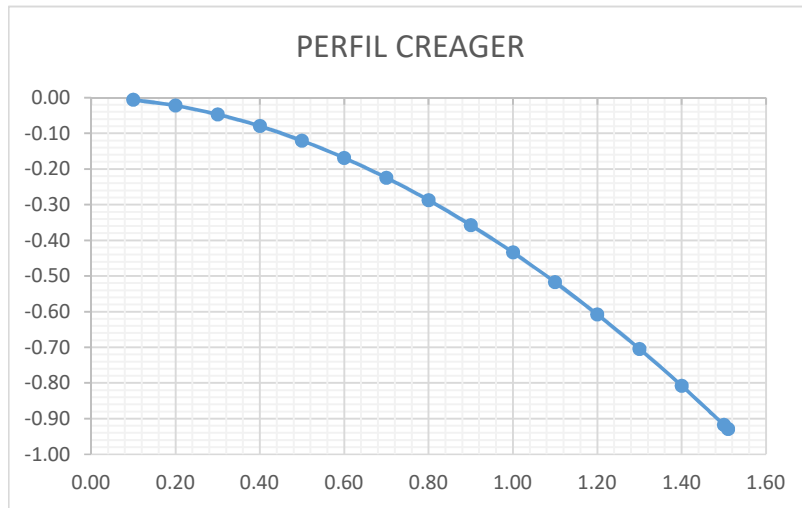
Donde:

$$X = \left(\frac{Y \cdot H_o^n}{-K \cdot H_o}\right)^{1/n}$$

Punto de tangencia: PT
Y = 0.93 m
X = 1.51 m

X (m)	Y (m)
0.100	-0.01
0.200	-0.02
0.300	-0.05
0.400	-0.08
0.500	-0.12
0.600	-0.17
0.700	-0.22
0.800	-0.29
0.900	-0.36
1.000	-0.43
1.100	-0.52
1.200	-0.61

X (m)	Y (m)
1.300	-0.70
1.400	-0.81
1.500	-0.92
1.510	-0.93



La porción del perfil que queda aguas arriba de la cresta se ha considerado como una curva circular compuesta.

Calculando los valores de R_1 , R_2 , X_c , Y_c

Con h_v/H_o : 0.056 ingresamos a los nomogramas, de donde se obtiene:

$$X_c/H_o = 0.255$$

$$X_c = 0.31 \text{ m}$$

figura 1a

$$Y_c/H_o = 0.103$$

$$Y_c = 0.12 \text{ m}$$

$$R_1/H_o = 0.500$$

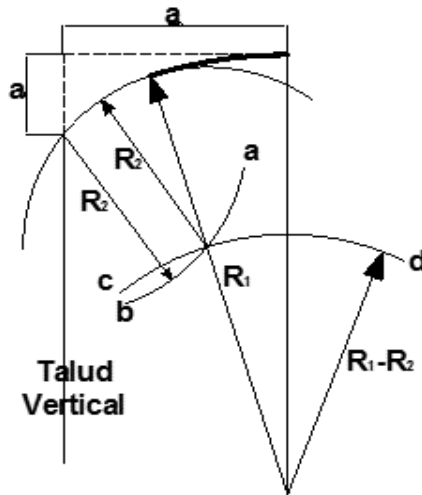
$$R_1 = 0.61 \text{ m}$$

$$R_2/H_o = 0.210$$

$$R_2 = 0.25 \text{ m}$$

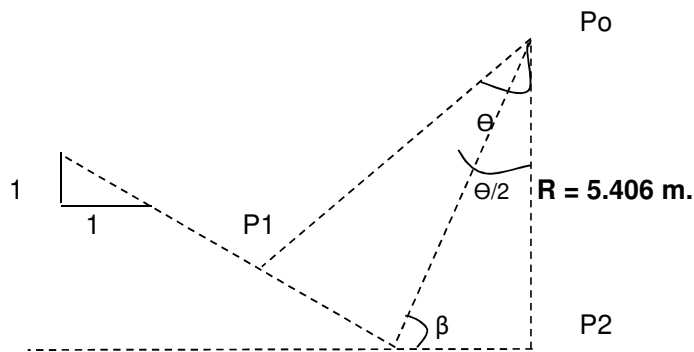
$$R_1 - R_2 = 0.3509$$

b. Ubicación de los elementos para el dibujo de la curvatura aguas arriba:



c. Empalme del cimacio con el Colchon Amortiguador

Derivando la expresión que define el perfil del cimacio, obtendremos la pendiente de la recta que define la tangencia del PT.



$$Y = -KH_o \left(\frac{x}{H_o} \right)^n = 0.434 \cdot X^{1.846} \longrightarrow \frac{dy}{dx} = 0.367 * 1.846 * X^{0.846} = \tan \theta$$

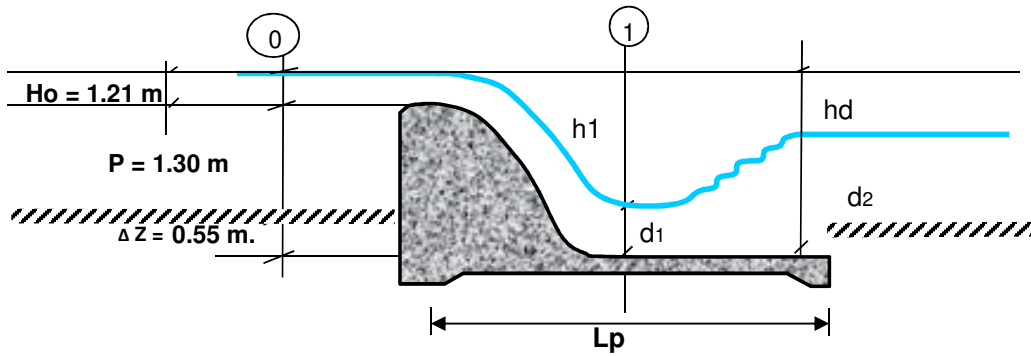
Pero X = 1.51 m

θ = 50.55

Del gráfico, por trigonometría:

$$R = \frac{X}{\sin \theta} \longrightarrow R = 5.41 \text{ m.}$$

2.5. Cálculo de los Tirantes Conjugados:



Aplicando la Ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1:

Tenemos:
$$Z_1 + \frac{P_1}{Y_1} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{Y_2} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum P$$

Σp: pérdidas de energía $\longrightarrow \sum P = 0.10 * \frac{v_2^2}{2g}$

Determinación del tirante Crítico:

$$d_c = \left(\frac{Q^2}{g \cdot L_2^2} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \boxed{d_c = 0.95 \text{ m}}$$

Cálculo de la Carga de Velocidad Crítica:

$$V_c = \sqrt{g \cdot d_c} \quad \boxed{V_c = 3.05 \text{ m/s}}$$

$$h_{v_c} = 0.47 \text{ m} \quad \boxed{h_{v_c} = 0.47 \text{ m}}$$

Reemplazando obtenemos el d1:

$$Z_0 + \frac{P_0}{Y_0} + \frac{v_0^2}{2g} = Z_1 + \frac{P_1}{Y_1} + \frac{v_1^2}{2g} + \sum P$$

$$A_1 = d_1 * L_2 \quad A_0 = \frac{P_0}{Y_0} * L_2 \quad v = \frac{Q}{A}$$

$$d_1 = (Z_0 - Z_1) + \frac{P_0}{Y_0} + \frac{Q^2}{2g \left(\frac{P_0}{Y_0} * L_2 \right)^2} - \frac{1.10 * Q^2}{2g (d_1 * L_2)^2} \quad \boxed{d_1 = 0.41}$$

$$V_1 = 6.96 \text{ m/s} \quad \boxed{V_1 = 6.96 \text{ m/s}}$$

$$h_{v_1} = \frac{v^2}{2g} \quad \boxed{h_{v_1} = 2.47 \text{ m}}$$

Cálculo del número de FROUDE (F) :

$$F = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot d_1}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{F = 3.45}$$

Determinación del Tirante Conjugado 3: d2

$$d_2 = 0.5 d_1 * (\sqrt{1 + 8F^2} - 1) \quad \longrightarrow \quad \boxed{d_2 = 1.83 \text{ m}}$$

2.6. Longitud del estanque amortiguador o poza de disipación:

a. Número de Froude:

* Con el valor de F, se puede determinar el tipo de Estanque que tendrá la Bocatoma:

$$\begin{array}{l} \longrightarrow F = 3.45 \\ \longrightarrow V_1 = 6.96 \text{ m/s} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \longrightarrow F = 3.45 \\ \longrightarrow V_1 = 6.96 \text{ m/s} \end{array}} \right\} \text{ TIPO I}$$

* Cálculo de Lp

$$L/d_2 = 5.60 \longrightarrow Lp = 10.22 \text{ m}$$

b. Según Lindquist: $Lp = 5(d_2 - d_1) \longrightarrow Lp = 7.05 \text{ m}$

c. Según Safranez: $Lp = \frac{6d_1 * V_1}{\sqrt{g \cdot d_1}} \longrightarrow Lp = 8.58 \text{ m}$

d. Finalmente tomamos el valor promedio de todas las alternativas:

$$\text{Longitud promedio de la poza} \longrightarrow Lp = 8.62 \text{ m} \longrightarrow Lp = 9.00 \text{ m}$$

2.7. Profundidad de la Cuenca:

$$S = 1.25 d_1 = 0.52 \text{ m}$$

2.8. Cálculo del Espesor del Enrocado:

$$e' = 0.6 * q^{\frac{1}{2}} \left(\frac{H}{g} \right)^{\frac{1}{4}} \quad \left. \begin{array}{l} H = (P + H_0) = 2.51 \text{ m.} \\ q = 2.88 \end{array} \right\} \begin{array}{l} e' = 0.725 \text{ m} \\ e' = 0.75 \text{ m} \end{array}$$

2.9. Cálculo de la Longitud del Enrocado:

$$Le = L'' - Lp = 0.642 * Cs * \sqrt{H * q} - Lp$$

Donde:

H: carga de agua para máximas avenidas $\longrightarrow 2.51 \text{ m.}$

q: caudal unitario $\longrightarrow 2.88$

Cs: coeficiente de acuerdo al tipo de suelo $\longrightarrow 9$

$$Le = 6.925 \text{ m}$$

$$Le = 7.00 \text{ m}$$

MATERIAL	VALOR DE "C"
Limo y arena muy fina	18
Arena muy fina	15
Arena de grano grueso	12
Grava y arena	9
Tierra y cascajo con arena y grava	4 a 6

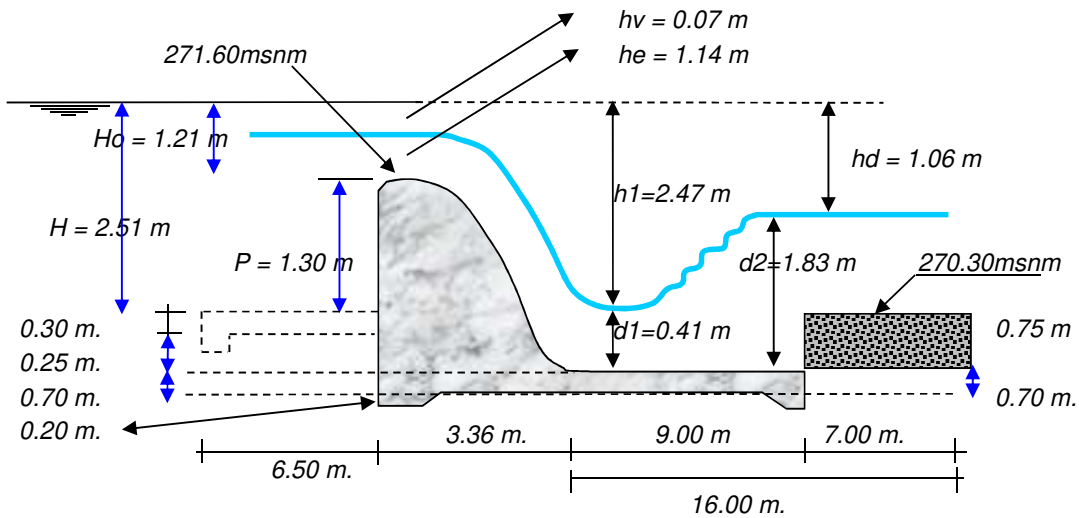
Fuente: Diseño de bocatomas, Alfredo Mansen.

2.10. Longitud del Solado Delantero: $L_s = 5H_o$
 $L_s = 6.05 \text{ m} \longrightarrow 6.50 \text{ m}$

2.11. Espesor de la Poza Amortiguadora:

* Según Tratmvtch el espesor está dado por: $e = 0.2 * \sqrt{q}(H_t - d_2)^{0.25}$

donde: H : carga de agua para máximas avenidas $\longrightarrow 2.51 \text{ m.}$
 q : caudal unitario $\longrightarrow 2.88$
 $(H + \Delta Z - d_2)$: diferencia de niveles aguas arriba y aguas abajo del vertedero $\longrightarrow 1.23 \text{ m.}$
 e : espesor de la poza amortiguadora $\longrightarrow 0.36 \text{ m.}$
 $e = \longrightarrow 0.70 \text{ m.}$



Dimensionamiento de los Pilares:

- a) Punta o Tajamar: **Redondeada**
b) Altura $H_t = 1.25 (P + H_o)$: 3.14 \longrightarrow **3.20 m.**
c) Longitud: Hasta la terminación de la poza mínimo = 12.36 \longrightarrow **12.50 m.**
d) Espesor e : 0.60 m.

Dimensionamiento de los Muros de encauzamiento:

- a) Longitud: 18.86 \longrightarrow **19.00 m.**
b) Altura $H_t = 1.25 (P + H_o)$: 3.14 \longrightarrow **3.15 m.**

* La subpresión se hallará mediante la siguiente formula:

$$S_{px} = \gamma \cdot c' \cdot b \left(h + h' + \frac{h \cdot Lx}{L} \right)$$

donde:

y = Peso específico del agua 1000 kg/m³

b = Ancho de la sección 1.00 m.

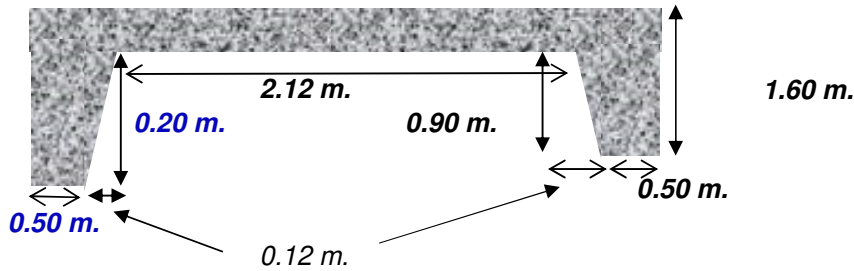
c' = Coeficiente de subpresión, varia (0 - 1)
depende de la porosidad del suelo **0.50**

h = Carga efectiva que produce la filtración

h' = Profundidad de un punto cualquiera con respecto a A, donde se inicia la filtración.

(h/L)Lx = Carga perdida en un recorrido Lx

* Predimensionado de los dentellados posteriores y delanteros:



* Para condiciones de caudal máximo

O sea cuando hay agua en el colchón.

$$h = d_1 + hv_1 - d_2$$

$$h = 1.06 \text{ m.}$$

$$h/L = 0.161$$

$$e = (4/3) \times (S_{px} / 2400)$$

$$L = 6.56 \text{ m.}$$

$$Lx = 3.36 \text{ m.}$$

$$h' = 0.70 \text{ m.}$$

$$S_{px} = 607.58$$

$$e = 0.34 \text{ m.}$$

Para esta condición el espesor asumido satisface los esfuerzos de Subpresión

* Para condiciones de agua a nivel de cimacio

O sea cuando no hay agua en el colchón

$$h = d_1 + hv_1 - h_e$$

$$h = 1.74 \text{ m.}$$

$$S_{px} = 774.21$$

$$h/L = 0.27$$

$$e = 0.43 \text{ m.}$$

Para esta condición el espesor asumido satisface los esfuerzos de Subpresión

* Volumen de filtración

Se calcula empleando la fórmula que expresa la ley de Darcy $\longrightarrow Q = KIA$

donde: **Q** : gasto de filtración.

K : coeficiente de permeabilidad para la cimentación.

I : pendiente hidráulica

A : área bruta de la cimentación a través del cual se produce la filtración

* Cálculo y chequeo del espesor del colchón amortiguador

Cálculo de la longitud necesaria de filtración (Ln)

H = 1.30 (cota del barraje - cota a la salida de la poza)
 Cbarraje: 271.60 m.s.n.m.
 Csalida: 270.30 m.s.n.m.
 C = 9 (criterio de BLIGHT: grava y arena)

Ln = C*H → 11.70 m.

Cálculo de la longitud compensada (Lc)

longitud vertical Lv Lv = 4.32 m.

longitud horizontal Li Lh = 6.71 m.

Lc = Lv + Lh Lc = 11.03 m.

Como Ln < Lc, entonces no se está posibilitando la tubificación, por lo tanto se hará uso de lloradores.

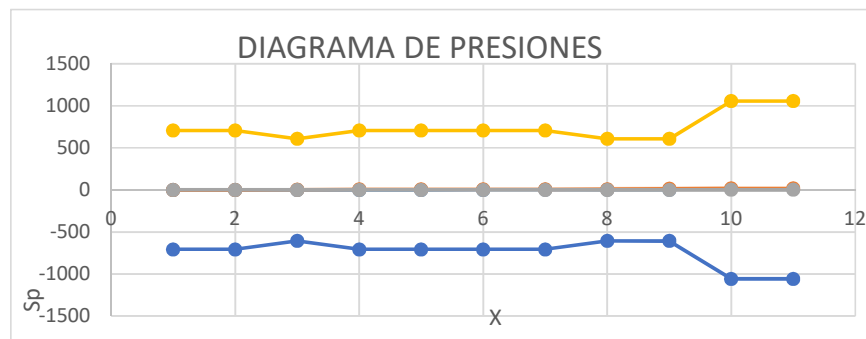
Verificación del espesor del colchón amortiguador

cálculo de la subpresión

L = (L_h/3)+L_v → L = 6.56 m.
 h = 1.06 m.
 h/L = 0.161

Cuadro de valores para la construcción del diagrama de presiones

Punto	Lx (m)	h' (m)	Sp (kg/m ²)	(-Sp)
1	0.00	0.9	707.58	-707.58
2	0.30	0.9	707.58	-707.58
3	3.25	0.70	607.58	-607.58
4	6.50	0.9	707.58	-707.58
5	7.00	0.9	707.58	-707.58
6	7.06	0.90	707.58	-707.58
7	7.12	0.90	707.58	-707.58
Po	8.35	0.70	607.58	-607.58
8	14.36	0.70	607.58	-607.58
9	18.36	1.60	1057.58	-1057.58
10	18.86	1.60	1057.58	-1057.58



III. DISEÑO DE VENTANAS DE CAPTACIÓN

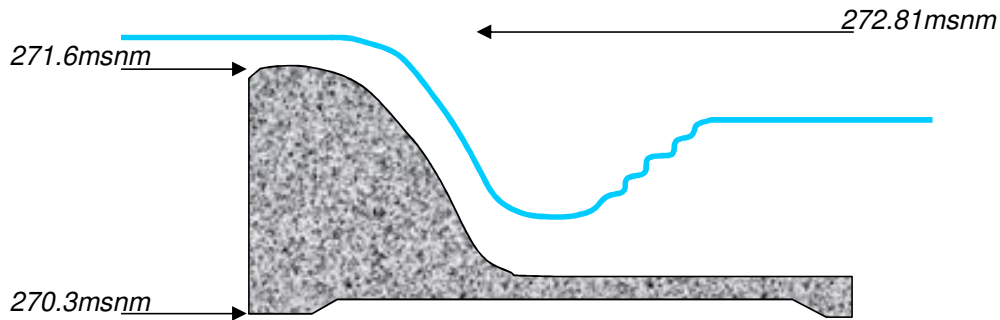
Consideraciones:

* Las Dimensiones de las ventanas de captación se calcularán para el caudal máximo a captar (derivar) y para la época de estiaje (carga hidráulica a la altura del barraje).

* La elevación del fondo del canal respecto a la rasante en el río no debe ser menor que 0.30 m, dependiendo de la clase de material en arrastre.

* Para evitar que rocas de gran tamaño y cantidad de árboles que acarrea en épocas de crecidas ingresen a la captación, se propone la protección mediante un sistema de perfiles que irán fijos en un muro de concreto.

* El eje de captación será perpendicular con el eje del río.



El cálculo hidráulico comprende en el dimensionamiento del orificio y conducto de salida y determinación del gasto máximo de avenida.

Además se diseñará la transición que une el canal de captación a la salida de la toma con el canal de conducción

a. Cálculo de la captación (orificio):

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

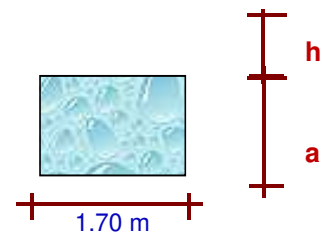
C=	0.60	Coefficiente de descarga
b=	1.50	ancho efectivo, m
B=	1.70	ancho total, m
Q=	0.990	(Caudal de derivación m3/s)

Rejillas

Φ	5/8	diametro pulg.
D (cm)	1.59	diametro cm.
S (cm)	0.15	separación de varillas

Para tener una idea de las diensiones

* Asumimos h = 0.10 m

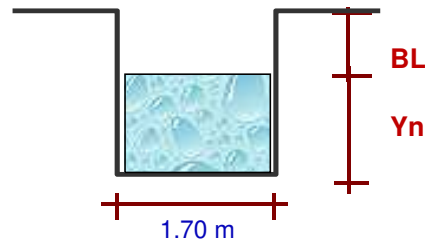


* Entonces reemplazando:

a = 0.80 m

b. Cálculo de canal de captación:

b=	1.70	m
Q=	0.990	(Caudal de derivación m3/s)
S=	0.001	(pendiente)
n=	0.015	(Revestido de concreto)



$$Q \cdot n / (s^{0.5}) = A \cdot (R^{2/3}) = [A^{5/3}] / [P^{2/3}]$$

$$0.470 = [(b \cdot Y_n)^{5/3}] / [(b + 2Y_n)^{2/3}]$$

Iterando: $Y_n^* = 0.567$

Tirante Normal:	Yn =	0.57	
Área Hidráulica:	A =	0.964	m ²
Perímetro Mojado:	P =	2.834	m ²
Radio hidráulico:	R =	0.340	m
Velocidad:	V =	1.027	m/s
Carga de Velocidad:	hv =	0.054	m
Energía específica:	E =	0.621	m-Kg/Kg
Número de Froude:	F =	0.436	

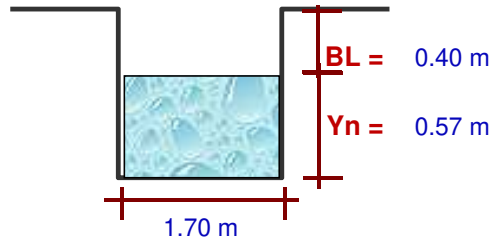
Cálculo de borde libre:

$$Yn/3 = 0.19 \text{ m}$$

Según Maning para caudales mayores de 0.50 m³/s, BL= 0.40 m

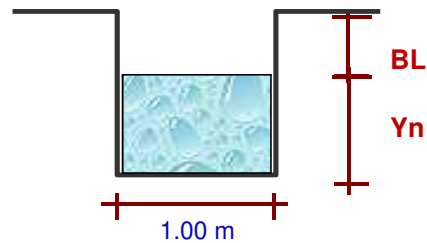
Usaremos: **BL = 0.40 m**

Resultados:



c. Cálculo del canal de conducción:

b=	1.00	(Valor Existente, m)
Q=	0.990	(Caudal de derivación, m ³ /s)
S=	0.013	(pendiente)
n=	0.015	(Revestido de concreto)



$$Q * n / (s^{0.5}) = A * (R^{2/3}) = [A^{5/3}] / [P^{2/3}]$$

$$0.130 = [(b * Yn)^{5/3}] / [(b + 2Yn)^{2/3}]$$

Iterando: Yn* = 0.367

Tirante Normal:	Yn =	0.37	
Área Hidráulica:	A =	0.367	m ²
Perímetro Mojado:	P =	1.734	m ²
Radio hidráulico:	R =	0.212	m
Velocidad:	V =	2.699	m/s
Carga de Velocidad:	hv =	0.371	m
Energía específica:	E =	0.738	m-Kg/Kg
Número de Froude:	F =	1.423	

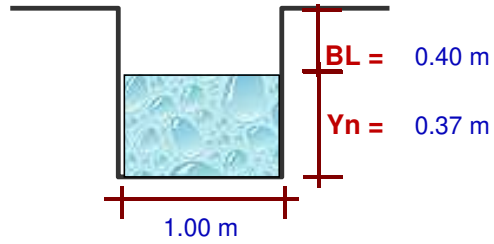
Cálculo de borde libre:

$$Yn/3 = 0.12 \text{ m}$$

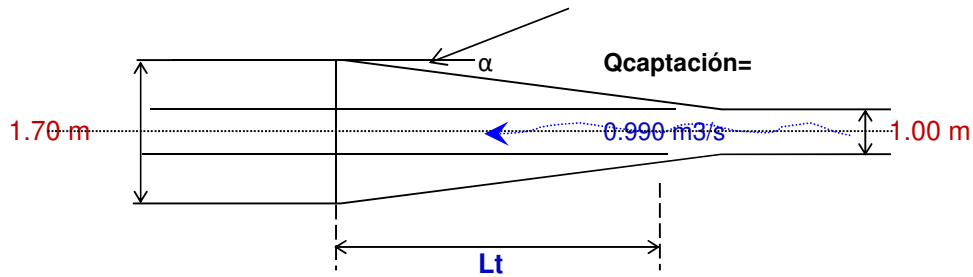
Según Maning para caudales mayores de 0.50 m³/s, BL= 0.40 m

Usaremos: **BL = 0.40 m**

Resultados:



d. Transición que unira el canal de captación al canal de conducción:



Longitud de transición.

Donde: a : angulo de inclinacion.
T : ancho sub canal trapezoidal
t : ancho canal rectangular

Para :

a =	12.50°	
T =	1.70	m
t =	1.00	m

Reemplazando :

Lt =	1.58	m
------	------	---

Asumimos :

Lt =	1.60	m
------	------	---

IV. CÁLCULO DE LA CURVA DE REMANSO

Con programa Hcanales

Datos:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera (b): m

Talud Z:

Pendiente (S):

Rugosidad (n):

Tirante inicial (y1): m

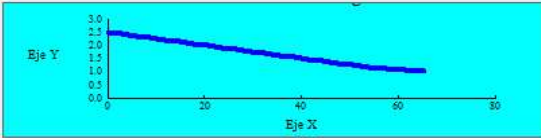
Tirante final (y2): m

Número de tramos (nt):

Resultados finales:

x	y
29.50	1.7750
32.46	1.7015
35.42	1.6280
38.39	1.5545
41.37	1.4810
44.38	1.4075
47.43	1.3340
50.55	1.2605
53.82	1.1870
57.46	1.1135
65.24	1.0400

Resultados parciales:



y	A	p	R	T	v	Se	1-Q2T/gA ³	So-Se	f(y)	deltax	x
1.1870	61.1112	53.8003	1.1359	52.9675	2.5396	0.015287	0.4301	0.009413	45.70	-3.26	53.82
1.1135	57.2249	53.5649	1.0683	52.7838	2.7121	0.018919	0.3084	0.005781	53.34	-3.64	57.46
1.0400	53.3520	53.3296	1.0004	52.6000	2.9090	0.023757	0.1496	0.000943	158.58	-7.79	65.24

Copiar al portapapeles los resultados

Método de Integración Gráfica

Q = 155.2 m³/s
b = 50 m
talud = 1.25
S = 0.0247 m/m

n = 0.053
y inicial = 2.51 m
y final = 1.04 m
N tramos = 20

y	A	P	R	T	V	Se	dE/dy	So - Se	f(y)	x
2.51	133.38	56.43	2.36	56.28	1.16	0.001	0.9418	0.023	40.079	0.00
2.44	129.26	56.24	2.30	56.09	1.20	0.001	0.9362	0.023	40.06	2.9
2.36	125.16	56.05	2.23	55.91	1.24	0.001	0.93	0.023	40.041	5.9
2.29	121.07	55.87	2.17	55.73	1.28	0.002	0.9229	0.023	40.022	8.8
2.22	116.99	55.68	2.10	55.54	1.33	0.002	0.9148	0.023	40.003	11.7
2.14	112.93	55.49	2.04	55.36	1.37	0.002	0.9056	0.023	39.985	14.7
2.07	108.88	55.30	1.97	55.18	1.43	0.002	0.895	0.022	39.97	17.6
2.00	104.84	55.12	1.90	54.99	1.48	0.003	0.8828	0.022	39.957	20.5
1.92	100.82	54.93	1.84	54.81	1.54	0.003	0.8687	0.022	39.95	23.4
1.85	96.81	54.74	1.77	54.63	1.60	0.003	0.8522	0.021	39.951	26.4
1.78	92.82	54.55	1.70	54.44	1.67	0.004	0.8328	0.021	39.964	29.3
1.70	88.83	54.36	1.63	54.26	1.75	0.004	0.81	0.020	39.996	32.2
1.63	84.87	54.18	1.57	54.08	1.83	0.005	0.7828	0.020	40.056	35.2
1.56	80.91	53.99	1.50	53.89	1.92	0.006	0.7502	0.019	40.16	38.1
1.48	76.97	53.80	1.43	53.71	2.02	0.007	0.7108	0.018	40.338	41.1
1.41	73.04	53.61	1.36	53.53	2.12	0.008	0.6627	0.016	40.637	44.0
1.34	69.12	53.43	1.29	53.34	2.25	0.010	0.6034	0.015	41.157	47.0
1.26	65.22	53.24	1.23	53.16	2.38	0.012	0.5296	0.013	42.119	50.1
1.19	61.34	53.05	1.16	52.98	2.53	0.015	0.4363	0.010	44.136	53.2
1.12	57.46	52.86	1.09	52.79	2.70	0.018	0.3167	0.006	49.724	56.7
1.04	53.60	52.68	1.02	52.61	2.90	0.023	0.1611	0.002	95.102	62.0
0.97	49.75	52.49	0.95	52.43	3.12	0.029	-0.045	-0.005	9.7522	65.8
0.90	45.92	52.30	0.88	52.25	3.38	0.038	-0.325	-0.013	24.138	67.1

Maning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{b \cdot y}{b + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot (b \cdot y)$$

Área:

$$A = b \cdot y_i$$

Perímetro:

$$P = b + 2y_i$$

Radio hidráulico:

$$R = \frac{b \cdot y_i}{b + 2y_i} = \frac{A}{P}$$

Espejo de agua:

$$T = b + 2(\text{talud})y_i$$

Velocidad:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Pendiente de línea de energía

$$S_E = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2$$

Derivada de la energía respecto a x:

$$\frac{dE}{dy} = 1 - \frac{Q^2 \cdot T}{g \cdot A^3} = 1 - F^2$$

Función, área bajo la curva:

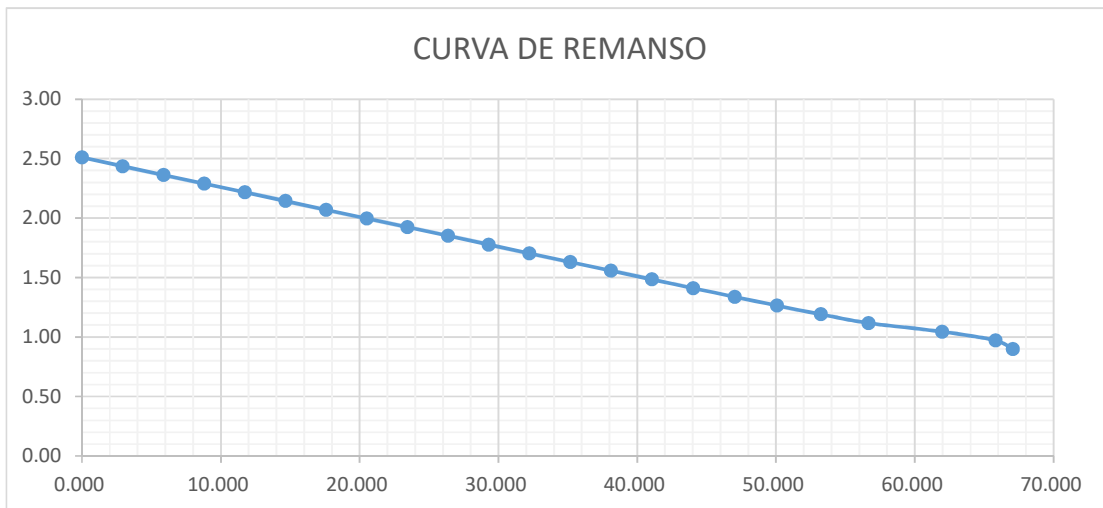
$$f(y) = \frac{\frac{dE}{dy}}{S_o - S_E}$$

Distancia de remanso:

$$\Delta X = X_i + \frac{f(y_{i-1}) + f(y_i)}{2} \cdot \Delta y$$

X (m)	Y (m)
0.000	2.51
2.936	2.44
5.870	2.36
8.803	2.29
11.734	2.22
14.665	2.14
17.594	2.07
20.521	2.00
23.449	1.92
26.376	1.85
29.303	1.78
32.232	1.70

X (m)	Y (m)
35.165	1.63
38.103	1.56
41.052	1.48
44.018	1.41
47.015	1.34
50.065	1.26
53.225	1.19
56.664	1.12
61.969	1.04
65.810	0.97
67.051	0.90



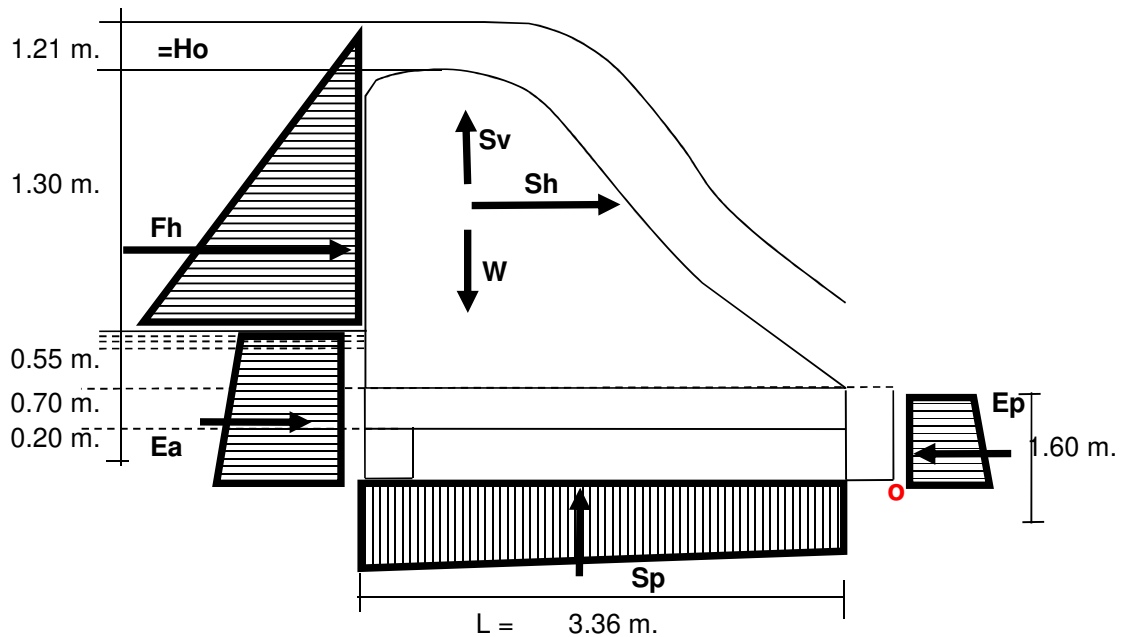
ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA BOCATOMA

Datos a Utilizar :

- Barraje a base de concreto ciclopeo, cuyo peso específico es = 2300 Kg/m³
- Capacidad de la carga según análisis realizado (p) = 1.54 Kg/cm²
- Peso específico del agua (γ) = 1000 Kg/m³

1.0. BARRAJE FIJO

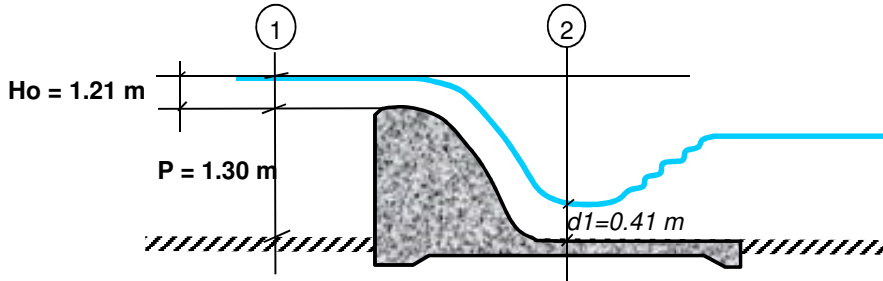
Análisis del barraje para agua sobre el nivel de la cresta (Caudal Máximo)



Fuerzas que intervienen

- Fh = Fuerza hidrostática
- Ea = Empuje activo del suelo
- W = Peso de la estructura
- Sp = Sub - Presión
- Sh = Componente horizontal de la fuerza sísmica
- Sv = Componente vertical de la fuerza sísmica
- Ep = Empuje pasivo del suelo

Fuerza hidrostática (Fh).



$$F_h = \gamma \frac{Y_1}{2} Y_1 + \gamma \frac{Y_2}{2} Y_2 - \frac{\gamma Q (V_2 - V_1)}{bg}$$

$$Y_1 = 2.51 \text{ m}$$

$$Y_2 = 0.41 \text{ m}$$

$$b = 45.40 \text{ m}$$

$$Q = 155.20 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\gamma = 1450.00 \text{ Tn/m}^3$$

$$E_h = 963.81 \text{ Kg}$$

Punto de aplicación:

$$Y_h = \frac{Y_1}{3} = 2.99 \text{ m.}$$

Subpresión (Sp).

$$S_p = 0.5 * \gamma (H + d_1) L$$

$$X_{s_p} = \frac{L(2a + b)}{3(a + b)}$$

$$a = 414.4833 \text{ kg/m}^2$$

$$b = 2510 \text{ kg/m}^2$$

$$X_{s_p} = 2.08 \text{ m}$$

$$H = 2.51 \text{ m.}$$

$$d_1 = 0.41 \text{ m.}$$

$$L = 3.356$$

$$\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$S_p = 4906.9 \text{ Kg}$$

Empuje activo del suelo (Ea)=

Datos según ensayos de laboratorio:

* Peso esp. del suelo $\gamma = 2.04 \text{ tn/m}^3$

* Ángulo de rozamiento $\phi = 39.6^\circ$

* Coef. Activo $K_a = 0.22$

* Altura equivalente $h_s = 1.23 \text{ m}$

* Empujes activos $E_{a1} = 3.64 \text{ tn}$

$E_{a2} = 0.33 \text{ tn}$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)}$$

$$E_{a1} = h_s * \gamma * H$$

$$E_{a2} = K_a * \gamma * \frac{H}{2}$$

$$Y_a = \frac{\left(\frac{E_{a1} * H}{2}\right) + \left(\frac{E_{a2} * 2H}{3}\right)}{E_{a1} + E_{a2}}$$

$$E_a = 3967.52 \text{ Kg}$$

Punto de aplicación con respecto a "o":

$$Y_a = 1.41 \text{ m}$$

Empuje pasivo del suelo (Ep)=

Datos según ensayos de laboratorio:

* Peso esp. del suelo	$\gamma =$	2.04 tn/m ³
* Ángulo de rozamiento	$\phi =$	39.6 °
* Coef. Pasivo	$K_p =$	1.68
* Altura equivalente	$h_s =$	0.55 m
* Empujes pasivos	$Ep_1 =$	1.78 tn
	$Ep_2 =$	2.75 tn

$$K_p = \left(\frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)} \right)^{-1}$$

$$Ep_1 = h_s * \gamma * H$$

$$Ep_2 = K_p * \gamma * \frac{H}{2}$$

$$Y_p = \frac{\left(\frac{Ep_1 * H}{2} \right) + \left(\frac{Ep_2 * 2H}{3} \right)}{Ep_1 + Ep_2}$$

Ep = 4536.49 Kg

Punto de aplicación con respecto a "o":

$$Y_p = 0.64 \text{ m}$$

Peso de la Estructura

Se ha calculado integrando las áreas parciales de las franjas verticales trapezoidales en que se ha dividido toda la estructura refiriéndola a los ejes X - Y

$$A = (a + b) h / 2 \quad h = \text{altura del trapecio}$$

$$X_c = h (2a + b) / 3(a + b) \quad a = \text{base menor}$$

$$Y_c = ((a + b)^2 - ab) / 3(a + b) \quad b = \text{base mayor}$$

Procedemos a calcular los valores de Xc y Yc}

CALCULO DEL C.G. DE LA ESTRUCTURA

N°	a	b	h	Área (m ²)	Xi	Yi	Axi	Ayi
d1	0.62	0.50	0.20	0.11	3.11	1.01	0.35	0.11
d2	0.62	0.50	0.90	0.50	0.25	0.45	0.13	0.23
base	---	3.36	0.70	2.35	1.68	1.25	3.94	2.94
1	1.68	1.85	0.31	0.54	0.15	0.37	0.08	0.20
2	1.51	1.68	0.31	0.49	0.45	0.40	0.22	0.20
3	1.35	1.51	0.31	0.44	0.76	0.43	0.33	0.19
4	1.18	1.35	0.31	0.38	1.06	0.46	0.41	0.18
5	1.01	1.18	0.31	0.33	1.37	0.49	0.46	0.16
6	0.84	1.01	0.31	0.28	1.67	0.51	0.47	0.14
7	0.67	0.84	0.31	0.23	1.98	0.54	0.46	0.13
8	0.50	0.67	0.31	0.18	2.28	0.57	0.41	0.10
9	0.34	0.50	0.31	0.13	2.58	0.60	0.33	0.08
10	0.17	0.34	0.31	0.08	2.88	0.63	0.22	0.05
11	0.00	0.17	0.31	0.03	3.15	0.67	0.08	0.02
	$\Sigma =$	3.36		6.07		$\Sigma =$	7.89	4.71

$$X_c = \frac{Ax_i}{At} = 1.300 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{Ay_i}{At} = 0.777 \text{ m}$$

Peso de la estructura para un metro de ancho de barraje :

$$W = 13953.07 \text{ Kg}$$

Fuerzas Sísmicas.

Componente horizontal de la fuerza sísmica.

$$Sh = 0.1 * W =$$

$$Sh = 1395.31 \text{ Kg}$$

Componente vertical de la fuerza sísmica.

$$Sv = 0.03 * W =$$

$$Sv = 418.59 \text{ Kg}$$

Estas fuerzas actúan en el centro de gravedad de la estructura.

Análisis de estabilidad de agua.

La falla en la estructura puede ser por Volteo, deslizamiento y esfuerzos excesivos.

Deberá preverse que en el plano de desplante de la estructura sólo tengan esfuerzos a compresión y que el suelo admita tracciones, esto se logra cuando la resultante de las fuerzas actuantes corta al plano de la base en el tercio central

REQUISITOS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA

Ubicación de la Resultante (Xr)

Tipo de Fuerza.	Fuerza (Kg)	Brazo (m)	Momento (Kg-m)
Fh	963.81	2.987	-2878.57
Sv	418.59	2.06	-860.591
Sh	1395.31	0.777	-1083.559
Sp	4906.87	2.079	-10199.48
W	13953.07	2.06	28686.35
Ea	3967.52	1.405	-5574.45
Ep	4536.49	0.638	2894.97

$$\Sigma F_h = 1790.1 \text{ Kg}$$

$$M (+) = -20596.65 \text{ Kg-m}$$

$$\Sigma F_v = -8627.61 \text{ Kg}$$

$$M (-) = 31581.33 \text{ Kg-m}$$

Ubicación de la resultante con respecto a "O" :

$$X_r = \frac{M(-) + M(+)}{\Sigma F_v} = 1.27 \text{ m}$$

OK!, Cae en el tercio central

Excentricidad (e)

$$e = \frac{L}{2} - X_r = 0.40 \text{ m}$$

Estabilidad al volteo

$$FSV = \frac{\Sigma M(-)}{\Sigma M(+)} > 1.5 \rightarrow FSV = 1.54 \quad \text{OK!}$$

Estabilidad al deslizamiento.

$$\text{Fuerza resistente: } F_r = u * \Sigma F_v = 3451.04 \text{ Kg}$$

u = Coeficiente de fricción entre el concreto y el terreno, según el proyecto
u = 0.4 para grava y arena.

Debe cumplir que $F_h < F_r$

$$1790.1 \text{ Kg} < 3451.04 \text{ Kg} \quad \text{OK!}$$

Calculo para hundimiento

p = resistencia del terreno, según estudios de suelos del proyecto

$$p = 1.54 \text{ Kg/cm}^2$$

Estos esfuerzos están dados por:

$$p = \frac{\Sigma F_v * \left(1 \pm \frac{6e}{L * b}\right)}{b * L}$$

$$e = 40 \text{ cm.}$$

$$b = 100 \text{ cm.}$$

$$L = 336 \text{ cm.}$$

$$p_1 = 0.26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p_2 = 0.26 \text{ Kg/cm}^2$$

p1 y p2 se encuentran en el rango: 1.54 Kg/cm² OK!

2.0. PILARES

Análisis Estructural de los Pilares.

Tomaremos para efecto de análisis un pilar intermedio

$L \text{ pilar} = L \text{ barraje fijo} + L \text{ poza amortiguadora}$

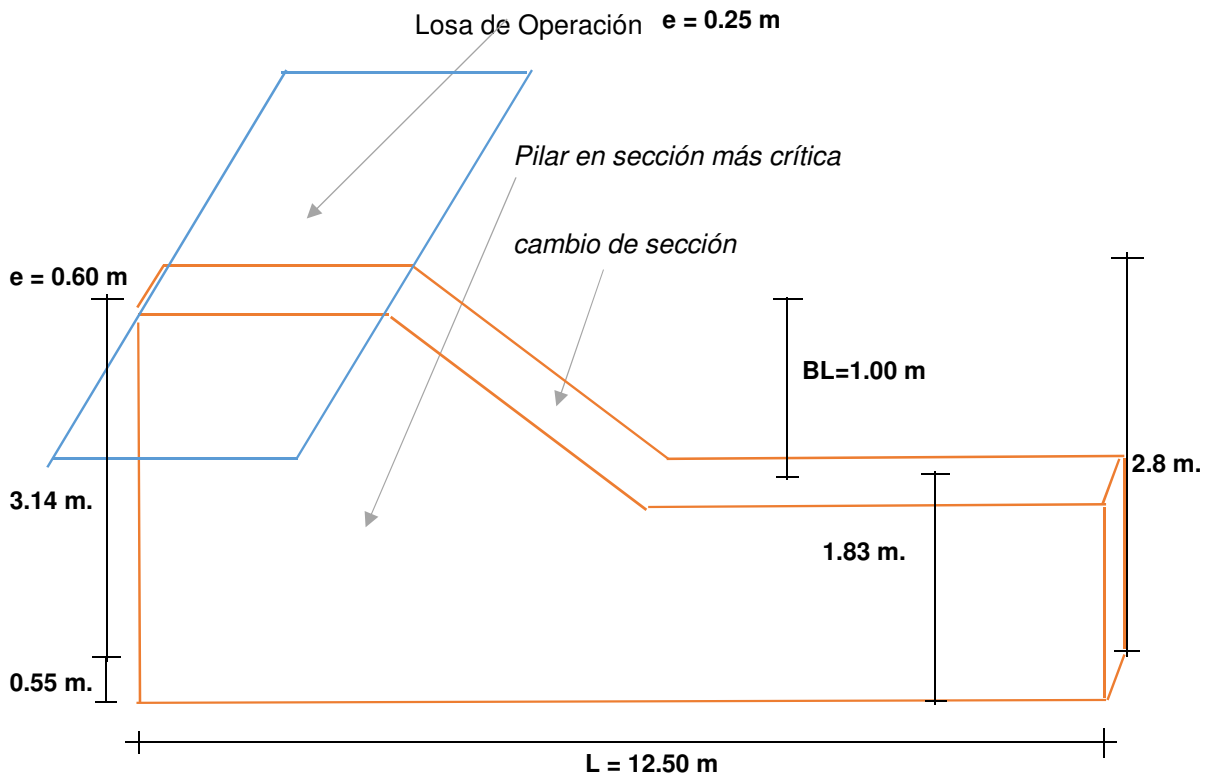
L pilar = 12.36 ,asumimos **L= 12.50 m.**

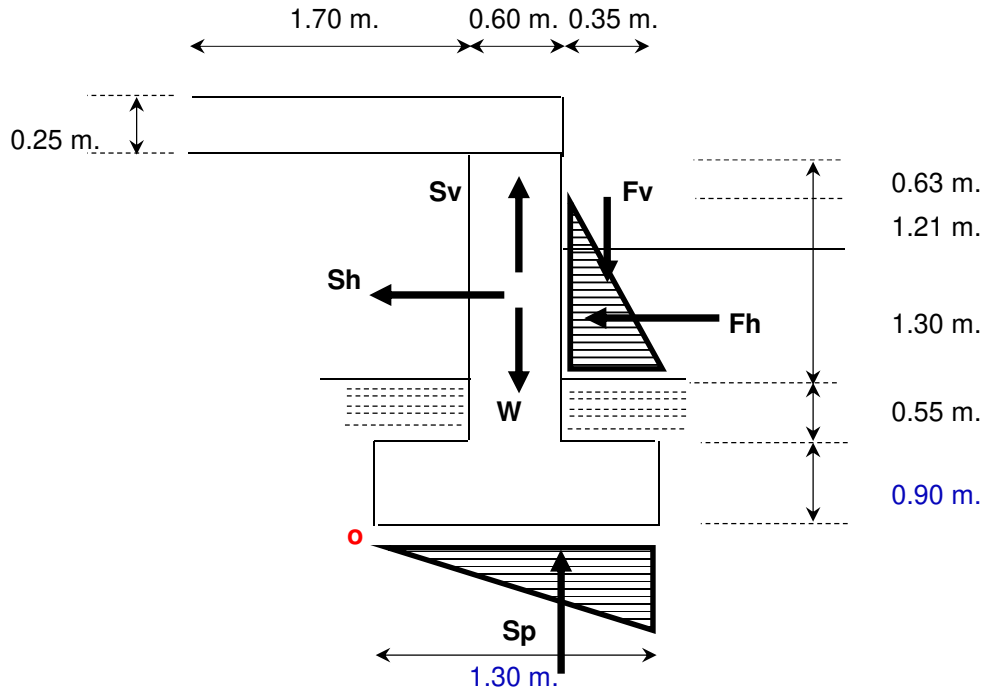
E pilar = 0.60 m.

Bordo Libre = $f = 0.1 (v1 + d2) = 0.88 \text{ m.}$

asumimos bordo libre $f = 1.00 \text{ m.}$

Altura del pilar despues del resalto hidráulico = $f + d2 = 2.8 \text{ m.}$





ANALISIS ESTRUCTURAL

Consideramos la sección más crítica del pilar es decir la parte que está expuesta al embalse del río.

Hacemos el análisis de la sección por ancho unitario.

Fuerza Hidrostática (Fh).

$$F_h = \gamma * (Vol)$$

$F_h =$	439.3	Kg
$Y_h = h/3 =$	2.29	m

Peso del agua (Fv).

$$F_v = \gamma * \frac{H * l}{2}$$

$F_v =$	439.3	Kg
$Y_v =$	1.07	m

Subpresión (Sp).

$$S_p = 0.5 * \gamma * H * L$$

$$X_{Sp} = \frac{L}{3}$$

$$X_{Sp} = \mathbf{0.87 \quad m}$$

$$H = 2.51 \text{ m.}$$

$$L = 1.30 \text{ m.}$$

$$\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$S_p =$	1631.5	Kg
---------	---------------	-----------

Peso propio de la Estructura.

Aquí hay que resaltar que los pesos actuantes son el pilar , la losa de operaciones y la sobrecarga debido al equipo que se instalará para efectos de control y mantenimiento.

Area	h	e	Area	W (Kg)	xi	yi	Axi	Ayi
Losa	0.25 m.	2.30 m.	0.6	1380.0	0.65	4.2	0.4	2.4
Pilar	3.69 m.	0.60 m.	2.2	5313.6	0.65	2.5	1.4	5.5
	0.90 m.	1.30 m.	1.2	2808.0	0.65	0.5	0.8	0.5
$\Sigma =$			4.0	9501.6		$\Sigma =$	2.6	8.4

$$X_c = \frac{Ax_i}{At} = 0.650 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{Ay_i}{At} = 2.119 \text{ m}$$

Peso de la estructura para un metro de ancho de barraje :

$$W_a = 9501.60 \text{ Kg}$$

Fuerzas Sismicas.

Componente horizontal de la fuerza sísmica.

$$Sh = 0.1 * W =$$

$$Sh = 950.16 \text{ Kg}$$

Componente vertical de la fuerza sísmica.

$$Sv = 0.03 * W =$$

$$Sv = 285.05 \text{ Kg}$$

Estas fuerzas actuan en el centro de gravedad de la estructura.

REQUISITOS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA

Ubicación de la Resultante (Xr)

Tipo de Fuerza.	Fuerza (Kg)	Brazo (m)	Momento(Kg-m)
Fh	439.25	2.287	-1004.42
Sv	285.05	0.65	-185.281
Sh	950.16	2.119	-2013.589
Sp	1631.50	0.867	-1413.97
W	9501.60	0.65	6176.04
Fv	439.25	1.067	468.53

$$\Sigma F_h = 1389.4 \text{ Kg}$$

$$M (+) = 6644.57 \text{ Kg-m}$$

$$\Sigma F_v = 8024.30 \text{ Kg}$$

$$M (-) = -4617.26 \text{ Kg-m}$$

Ubicación de la resultante con respecto a "O" :

$$X_r = \frac{M(-) + M(+)}{\Sigma Fv} = 0.25 \text{ m}$$

OK!, Cae en el tercio central

Excentricidad (e)

$$e = \frac{L}{2} - X_r = 0.25 \text{ m}$$

Estabilidad al volteo

$$FSV = \frac{\Sigma M(+)}{\Sigma M(-)} > 1.5 \rightarrow FSV = 1.50 \quad \text{OK!}$$

Estabilidad al deslizamiento.

$$\text{Fuerza resistente: } F_r = u * \Sigma Fv = 3209.72 \text{ Kg}$$

u = Coeficiente de fricción entre el concreto y el terreno, según el proyecto

$$u = 0.4 \text{ para grava y arena.}$$

Debe cumplir que $F_h < F_r$

$$1389.4 \text{ Kg} < 3209.72 \text{ Kg} \quad \text{OK!}$$

Calculo para hundimiento

p = resistencia del terreno , según estudios de suelos del proyecto

$$p = 1.54 \text{ Kg/cm}^2$$

Estos esfuerzos están dados por:

$$p = \frac{\Sigma Fv * \left(1 \pm \frac{6e}{L * b}\right)}{b * L}$$

$$e = 25 \text{ cm.}$$

$$b = 100 \text{ cm.}$$

$$L = 130 \text{ cm.}$$

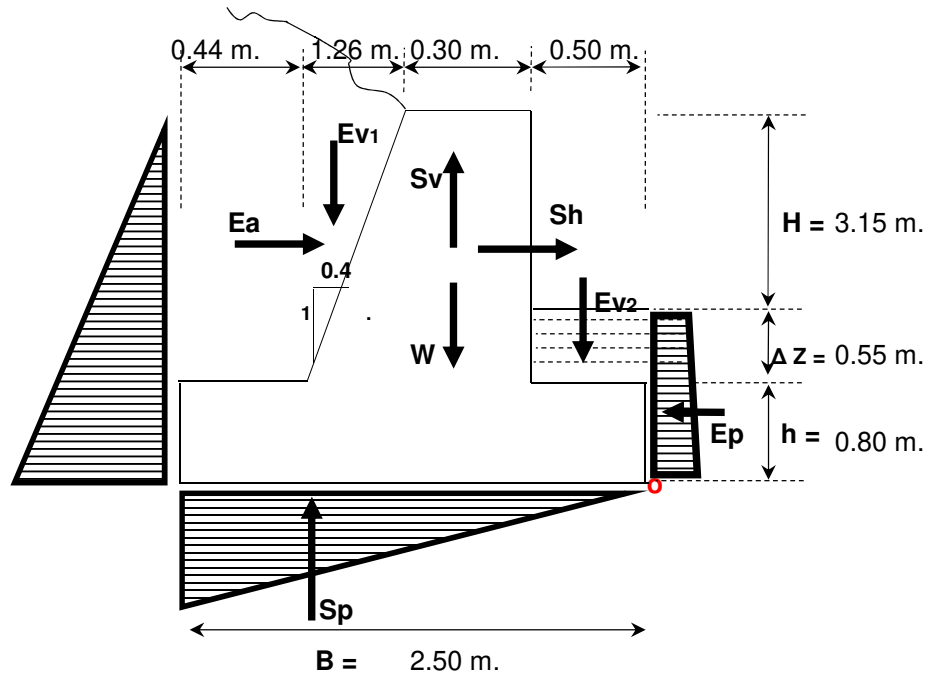
$$p_1 = 0.62 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p_2 = 0.61 \text{ Kg/cm}^2$$

p1 y p2 se encuentran en el rango: 1.54 Kg/cm^2 **OK!**

3.0. MUROS DE ENCALZAMIENTO

Análisis Estructural de los Muros de Encalzamiento.



$$H = 1.25 * (P + H_0) = 3.15 \text{ m.} \longrightarrow 3.15 \text{ m.}$$

$$h = H/7 = 0.45 \text{ m.} \longrightarrow 0.80 \text{ m.}$$

$$B = 0.7 * H = 2.21 \text{ m.} \longrightarrow 2.50 \text{ m.}$$

$$b = H/12 = 0.26 \text{ m.} \longrightarrow 0.30 \text{ m.}$$

Empuje activo del suelo (Ea)=

Datos según ensayos de laboratorio:

* Peso esp. del suelo	$\gamma =$	1.80 tn/m ³
* Ángulo de rozamiento	$\phi =$	39.6 °
* Coef. Activo	$K_a =$	0.22
* Altura equivalente	$h_s =$	0.56 m
* Empujes activos	$E_{a1} =$	4.50 tn
	$E_{a2} =$	0.74 tn

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)}$$

$$E_{a1} = h_s * \gamma * H$$

$$E_{a2} = K_a * \gamma * \frac{H}{2}$$

$$Y_a = \frac{\left(\frac{E_{a1} * H}{2}\right) + \left(\frac{E_{a2} * 2H}{3}\right)}{E_{a1} + E_{a2}}$$

$E_a = 5237.36 \text{ Kg}$

Punto de aplicación con respecto a "o":

$$Y_a = 2.17 \text{ m}$$

Empuje pasivo del suelo (Ep)=

Datos según ensayos de laboratorio:

* Peso esp. del suelo	$\gamma =$	2.04 tn/m ³
* Ángulo de rozamiento	$\phi =$	39.6 °
* Coef. Pasivo	$K_p =$	1.68
* Altura equivalente	$h_s =$	0.00 m
* Empujes pasivos	$Ep_1 =$	0.00 tn
	$Ep_2 =$	2.32 tn

$$K_p = \left(\frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)} \right)^{-1}$$

$$Ep_1 = h_s * \gamma * H$$

$$Ep_2 = K_a * \gamma * \frac{H}{2}$$

$$Y_p = \frac{\left(\frac{Ep_1 * H}{2} \right) + \left(\frac{Ep_2 * H}{3} \right)}{Ep_1 + Ep_2}$$

$$Ep = 2323.11 \text{ Kg}$$

Punto de aplicación con respecto a "o":

$$Y_p = 0.45 \text{ m}$$

Peso del suelo (Ev1).

$$E_{v1} = \gamma_s * Area$$

$$Ev_1 = 7.1 \text{ Kg}$$

$$X_v = 1.90 \text{ m}$$

Peso del suelo (Ev2).

$$E_{v2} = \gamma_s * Area$$

$$Ev_2 = 0.5 \text{ Kg}$$

$$X_v = 0.25 \text{ m}$$

Subpresión (Sp).

$$S_p = 0.5 * \gamma * H * L$$

$$X_{sp} = \frac{L}{3}$$

$$H = 4.50 \text{ m.}$$

$$L = 2.50 \text{ m.}$$

$$\gamma = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$X_{sp} = 1.67 \text{ m}$$

$$Sp = 5625.0 \text{ Kg}$$

Peso propio de la Estructura.

Aquí hay que resaltar que los pesos actuantes son el pilar, la losa de operaciones y la sobrecarga debido al equipo que se instalará para efectos de control y mantenimiento.

Area	h	e	Area	W (Kg)	xi	yi	Axi	Ayi
1	3.15 m.	0.30 m.	0.9	2268.0	0.65	2.4	0.6	2.2
2	3.15 m.	1.26 m.	2.0	4762.8	1.22	1.9	2.4	3.7
3	0.80 m.	2.50 m.	2.0	4800.0	1.25	0.4	2.5	0.8
$\Sigma =$			4.9	11830.8		$\Sigma =$	5.5	6.7

$$X_c = \frac{Ax_i}{At} = 1.123 \text{ m}$$

$$Y_c = \frac{Ay_i}{At} = 1.362 \text{ m}$$

Peso de la estructura para un metro de ancho de barraje :

$$W_a = 11830.80 \text{ Kg}$$

Fuerzas Sísmicas.

Componente horizontal de la fuerza sísmica.

$$S_h = 0.1 * W =$$

$$S_h = 1183.08 \text{ Kg}$$

Componente vertical de la fuerza sísmica.

$$S_v = 0.03 * W =$$

$$S_v = 354.92 \text{ Kg}$$

Estas fuerzas actúan en el centro de gravedad de la estructura.

REQUISITOS DE ESTABILIDAD DE LA ESTRUCTURA

Ubicación de la Resultante (X_r)

Tipo de Fuerza.	Fuerza (Kg)	Brazo (m)	Momento (Kg-m)
Ea	5237.36	2.173	-11378.52
Ev1	7.13	1.903	13.56
Ev2	0.50	0.250	0.12
Sv	354.92	1.12	-398.54
Sh	1183.08	1.362	-1611.77
Sp	5625.00	1.667	-9375.00
W	11830.80	1.12	13284.82
Ep	2323.11	0.45	1045.40

$$\Sigma F_h = 4097.3 \text{ Kg}$$

$$M (+) = -22763.83 \text{ Kg-m}$$

$$\Sigma F_v = -5858.50 \text{ Kg}$$

$$M (-) = 14343.90 \text{ Kg-m}$$

Ubicación de la resultante con respecto a "O" :

$$X_r = \frac{M(-) + M(+)}{\Sigma F_v} = 1.44 \text{ m}$$

OK!, Cae en el tercio central

Excentricidad (e)

$$e = \frac{L}{2} - X_r = 1.44 \text{ m}$$

Estabilidad al volteo

$$FSV = \frac{\Sigma M(+)}{\Sigma M(-)} > 1.5 \rightarrow FSV = 1.59 \quad \text{OK!}$$

Estabilidad al deslizamiento.

$$\text{Fuerza resistente: } F_r = u * \Sigma F_v = 4100.95 \text{ Kg}$$

u = Coeficiente de fricción entre el concreto y el terreno, según el proyecto

$$u = 0.4 \text{ para grava y arena.}$$

Debe cumplir que $F_h < F_r$

$$4097.3 \text{ Kg} < 4100.95 \text{ Kg} \quad \text{OK!}$$

Calculo para hundimiento

p = resistencia del terreno , según estudios de suelos del proyecto

$$p = 1.54 \text{ Kg/cm}^2$$

Estos esfuerzos están dados por:

$$p = \frac{\Sigma F_v * \left(1 \pm \frac{6e}{L * b}\right)}{b * L}$$

$$e = 144 \text{ cm.}$$

$$b = 100 \text{ cm.}$$

$$L = 250.00 \text{ m.}$$

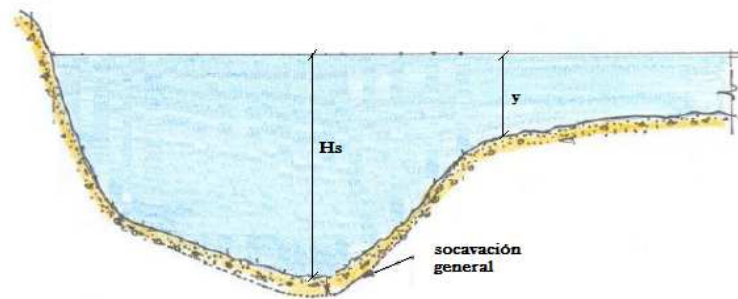
$$p_1 = 0.24 \text{ Kg/cm}^2$$

$$p_2 = 0.23 \text{ Kg/cm}^2$$

p1 y p2 se encuentran en el rango: 1.54 Kg/cm^2 **OK!**

4.0. SOCAVACIÓN

Método de Lischtvan-Lebediev



$$H_s = \left(\frac{\alpha \cdot y^{5/3}}{0.68\beta \cdot D_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde:

Hs = altura de socavación, socavación general.

y = tirante normal

α y β = coeficiente que tiene que ver con el periodo de retorno y la avenida máxima.

Dm = diámetro medio de las partículas del lecho

x = coeficiente que esta en función del diámetro medio de las partículas

* **Diámetro medio de las partículas del lecho (Dm)**

$$D_m = 35 \text{ mm}$$

* **Tirante normal del río (y)**

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot A \quad \longrightarrow \quad Q = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{b \cdot y}{b + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot (b \cdot y)$$

Q =	155.20	m ³ /s
b =	50.00	m
n =	0.053	
S =	0.025	m/m

caudal de diseño
ancho de cauce
coeficiente de rugosidad
pendiente del río

$$y = 1.04 \text{ m.} \quad 0.00$$

* **Determinación del coeficiente α**

$$\alpha = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{y^{5/3} \cdot \beta} = 2.89$$

Q =	155.20	m ³ /s
b =	50.00	m
y =	1.045	m

* Determinación de los coeficientes β y x

Factores “ β ” y “ x ” para suelos granulares.

T_R	β	d_m	X	d_m	x	d_m	x
1 años	0,77	0,05 [mm]	0,43	8 [mm]	0,35	140 [mm]	0,27
2	0,82	0,15	0,42	10	0,34	190	0,26
5	0,86	0,50	0,41	15	0,33	250	0,25
10	0,90	1	0,40	20	0,32	310	0,24
20	0,94	1,5	0,39	25	0,31	370	0,23
50	0,97	2,5	0,38	40	0,30	450	0,22
100	1,00	4	0,37	60	0,29	570	0,21
500	1,05	6	0,36	90	0,28	750	0,20
1000	1,07						

FUENTE: Hidráulica aplicada al diseño de obras.

Para "x" :

De la tabla:

$$X = 0.303$$

<u>Dm</u>	<u>"x"</u>
25.00	0.31
35.00	x
40.00	0.30

Para " β " : depende del tiempo de retorno para el cual se calculo el $Q_{m\acute{a}x}$.

$$Tr = 50 \text{ años}$$

De la tabla:

$$\beta = 0.970$$

<u>Tr</u>	<u>"β"</u>
50.00	0.97
50.00	β
100.00	1.00

* Cálculo de la socavación general (H_s)

$$H_s = \left(\frac{\alpha \cdot y^{5/3}}{0.68\beta \cdot D_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+X}} = 1.53 \text{ m.}$$

* Cálculo de la profundidad mínima para el dentellón

$$H_s - y = 0.48 \text{ m.} \quad \text{OK}$$

ANEXO 06:

**MODELACIÓN NUMÉRICA SIN
ESTRUCTURAS**

MODELACIÓN NUMÉRICA SIN ESTRUCTURAS

Para las estructuras hidráulicas es importante la representación gráfica del comportamiento del flujo del río, canal u otra superficie donde se pretenda colocar, por esta razón es que se detalla el procedimiento básico para poder obtener los resultados de los parámetros (velocidad y líneas de corriente del flujo) y su representación gráfica.

1.1. PRE-PROCESAMIENTO

1.1.1. AUTOCAD CIVIL 3D

7.1.1.1. Superficie.

La información topográfica que nos brinda la estación total son puntos georeferenciados por coordenadas. Para empezar a construir el modelo numérico se tuvo que trabajar la data topográfica (puntos) logrando representar la superficie del terreno en forma tridimensional.

Para los diferentes modelos numéricos es recomendable exportar la data desde una superficie, de ese modo se disminuye el error que podría ocasionar el pasar datos de un programa a un modelo numérico.

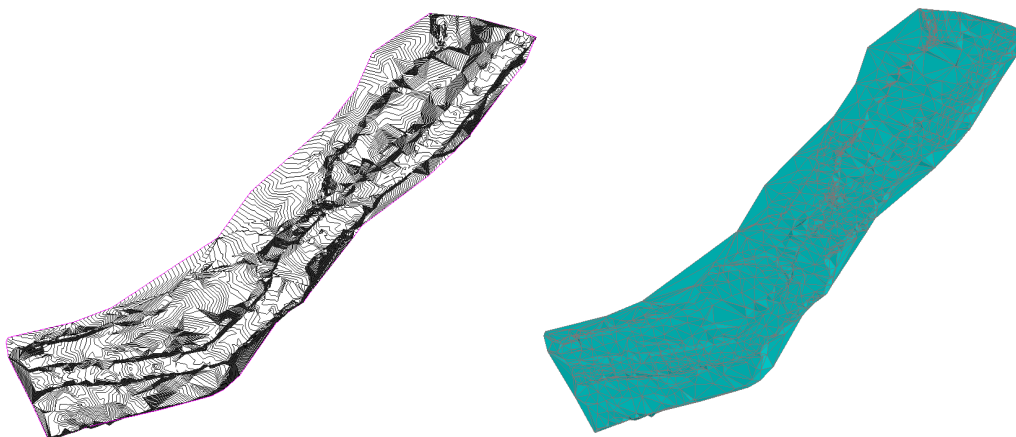


Figura 1.1. Representación de los puntos mediante una superficie.

1.1.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO BIDIMENSIONAL (TELEMAC 2D)

7.1.2.1. BlueKenue.

Para poder construir la malla computacional (discretizar la zona de estudio) se utilizó el programa BlueKenue. La construcción de la malla computacional se realiza de manera sencilla en este programa pero es muy importante el criterio al momento de definir la separación de los nodos. Generalmente esta separación está definida por el interés del estudio y es definido en la modelación numérica.

BlueKenue es un programa que además de permitirnos construir la malla computacional nos permite crear todos los archivos necesarios para ser utilizados por el modelo numérico Telemac-2D:

- La asignación de la cotas a la malla computacional, lo cual permite la representación de la geomorfología del cauce y la geometría de las estructuras.
- Define los valores de rugosidad que para el caso específico cuando se simule el modelo con estructuras se debe considerar que existe diferentes valores de rugosidad con respecto a las obras de concreto y el cauce del río Chóchope.
- Las condiciones de borde son definidas según las condiciones de entrada y según la información que se tiene. En función de estos datos se puede especificar si los parámetros de entrada y salida son caudales, velocidades o niveles de agua o la combinación de estos.

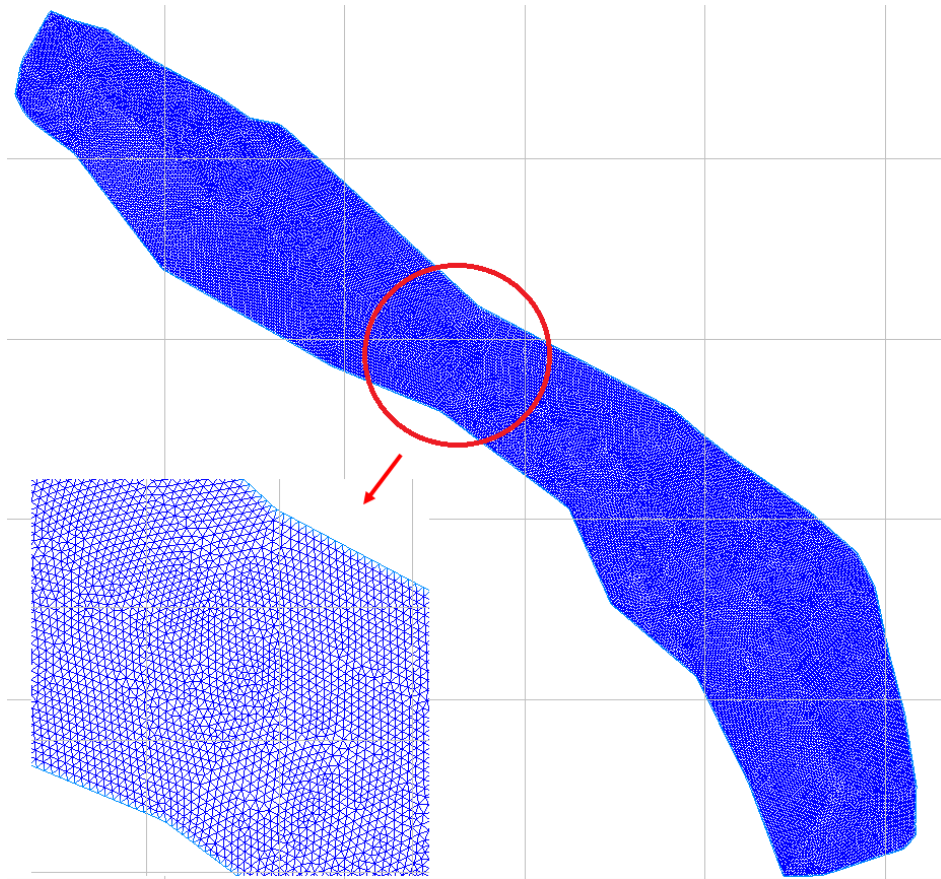
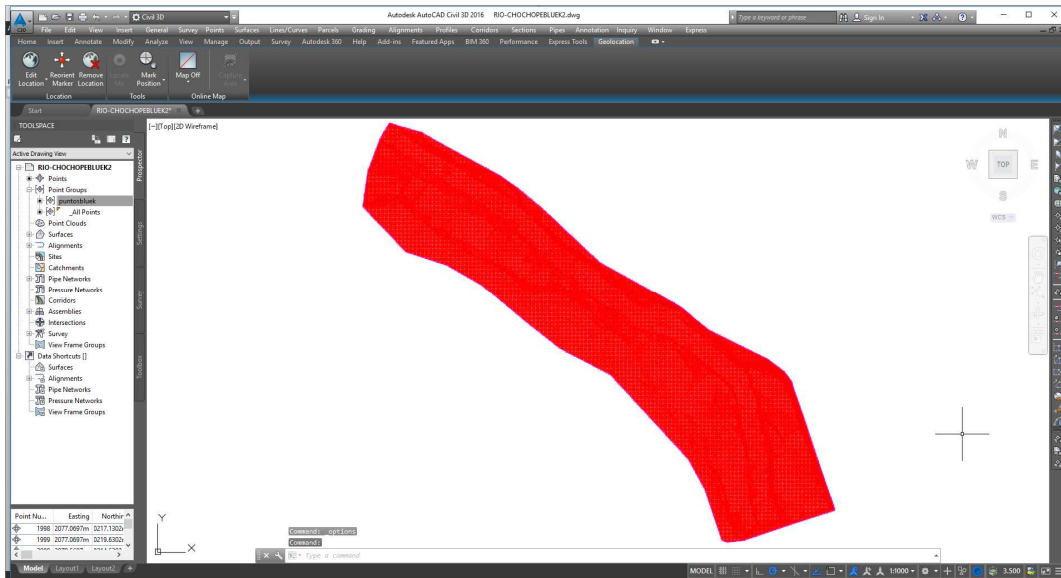


Figura 1.2. Malla computacional generada en BlueKenue.

1.1.2.2. Superficie.

La construcción de la superficie requiere de la ayuda de las propiedades del AutoCAD Civil 3D, se realizó:

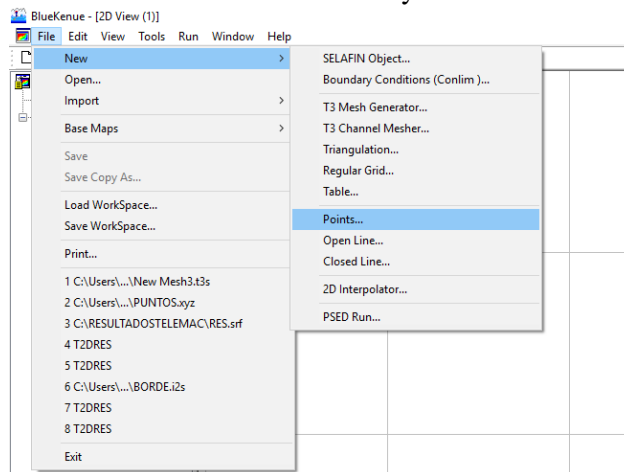
- Ya teniendo la superficie creada se exportó puntos con sus datos de coordenadas y elevación (x,y,z) en formato .xyz, el cual sirvió para generar la superficie en Bluekenue.
(Exportar puntos de la superficie en formato ENZ “comma delimited”)



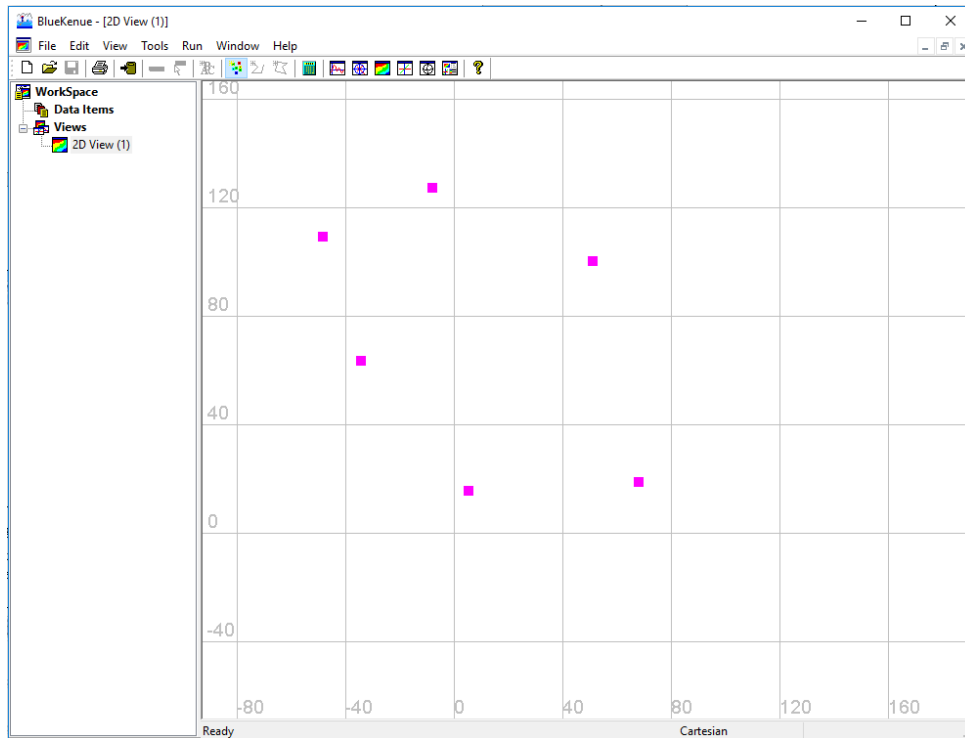
En Bluekenue se tuvo que trabajar con coordenadas no mayores a 4 dígitos para que la representación gráfica será mejor trabajada. Por esta razón se le resto 651000 a todas las coordenadas en “X” y 9318000 a todas las coordenadas en “Y” en el archivo “*.xyz”.

El contenido del archivo “*.xyz” se copia en un archivo generado en Bluekenue de la siguiente manera:

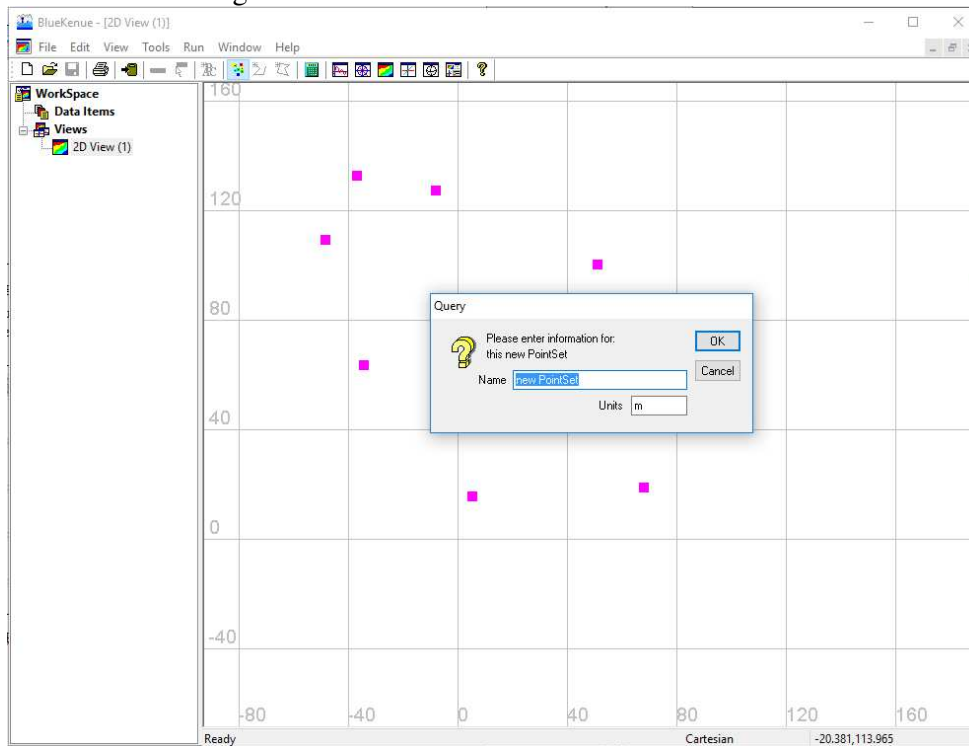
- o Ubicar la barra de herramientas y seleccionar File → New → Point..



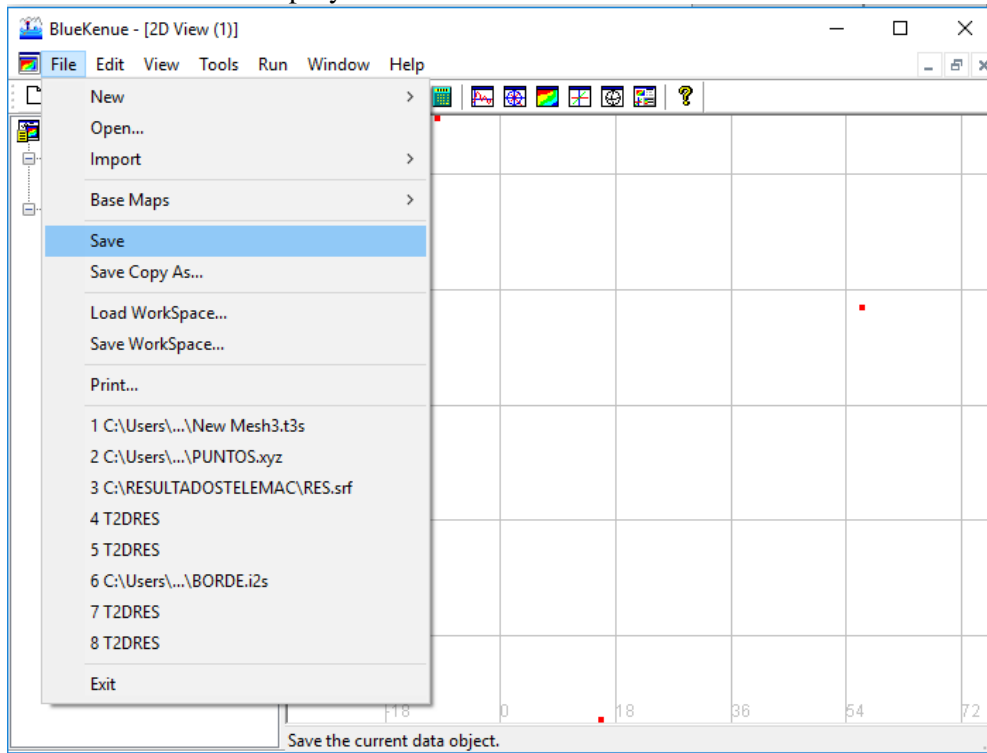
- Luego creamos puntos haciendo clic desde de la vista en 2D.



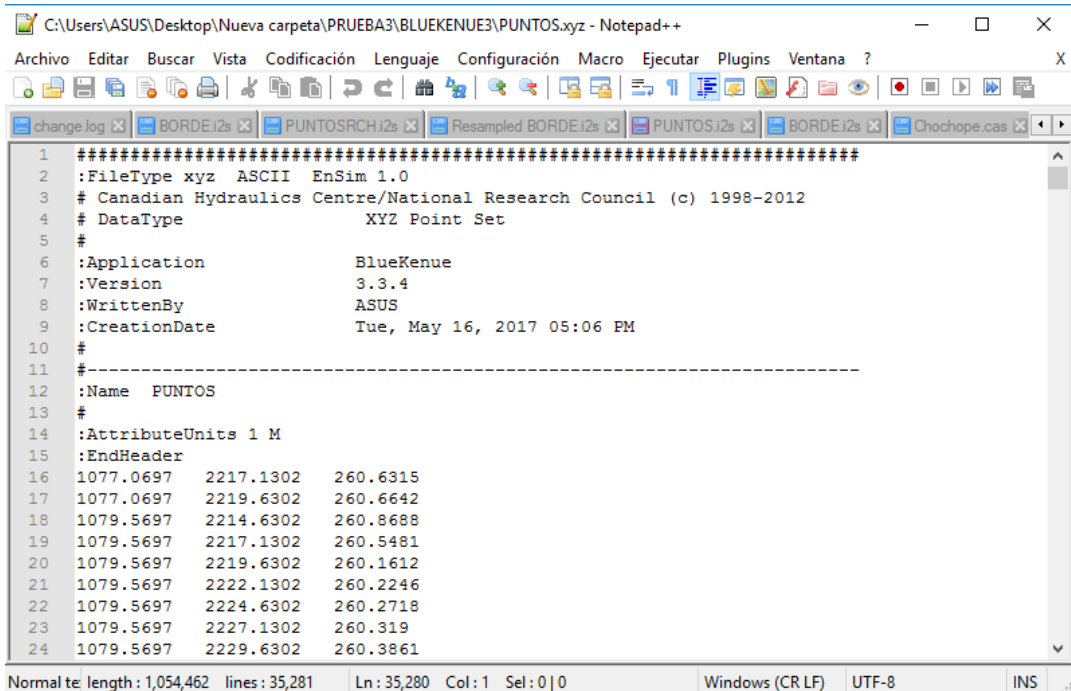
- Finalizamos la creación de puntos seleccionando la opción o con "ESC".
- Se abrirá una ventana en el cual se indicará un nombre y las unidades. Luego seleccionamos "OK".



- Click en “new PointSet” → “Save” y ubicarlo en una carpeta cercana a la del proyecto.

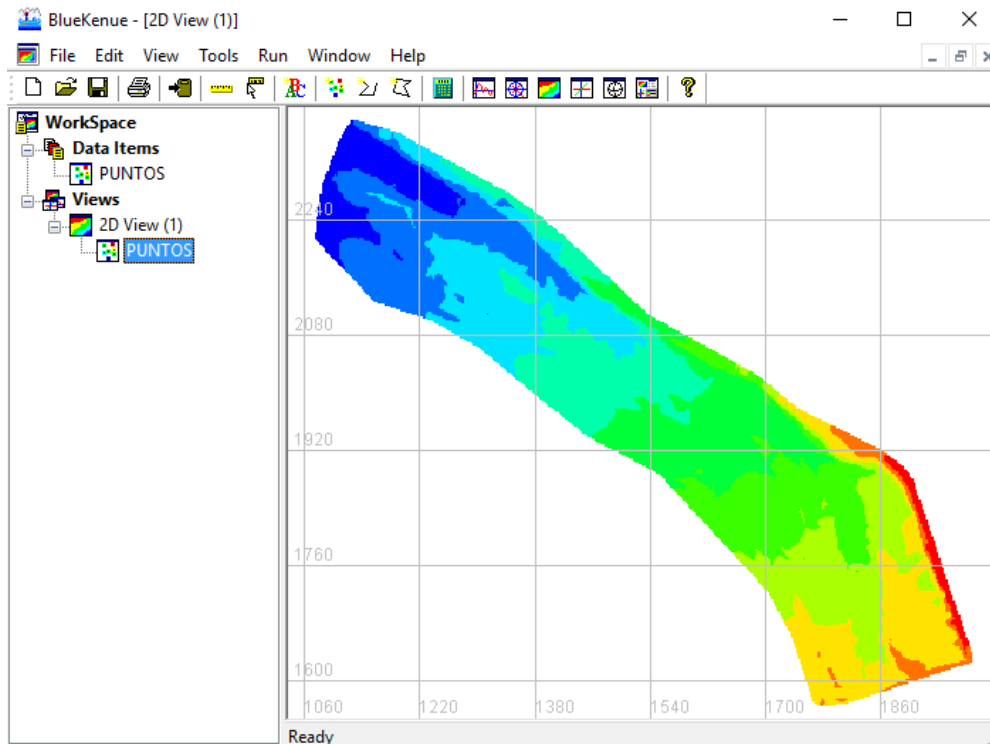


- Logramos obtener un archivo con la estructura adecuada para ser leído y trabajado en Bluekenue. Es recomendable usar “Notepad++” para abrir este archivo.

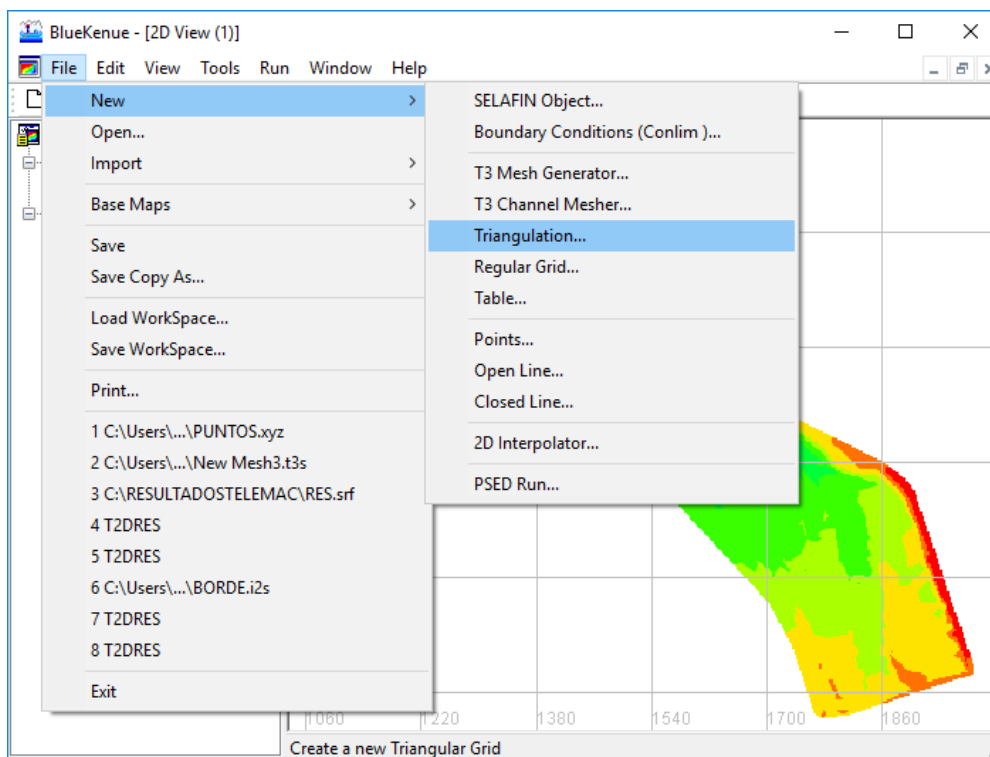


Ahora en Bluekenue:

- Se abre el archivo “.xyz” ya modificado. y obtenemos la superficie.

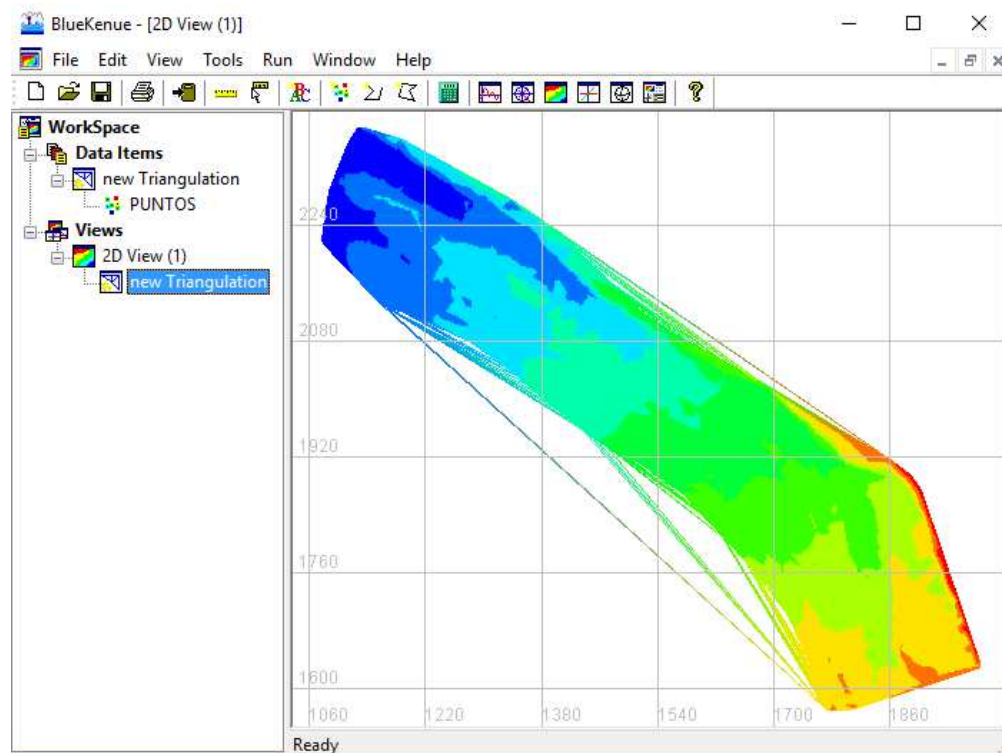
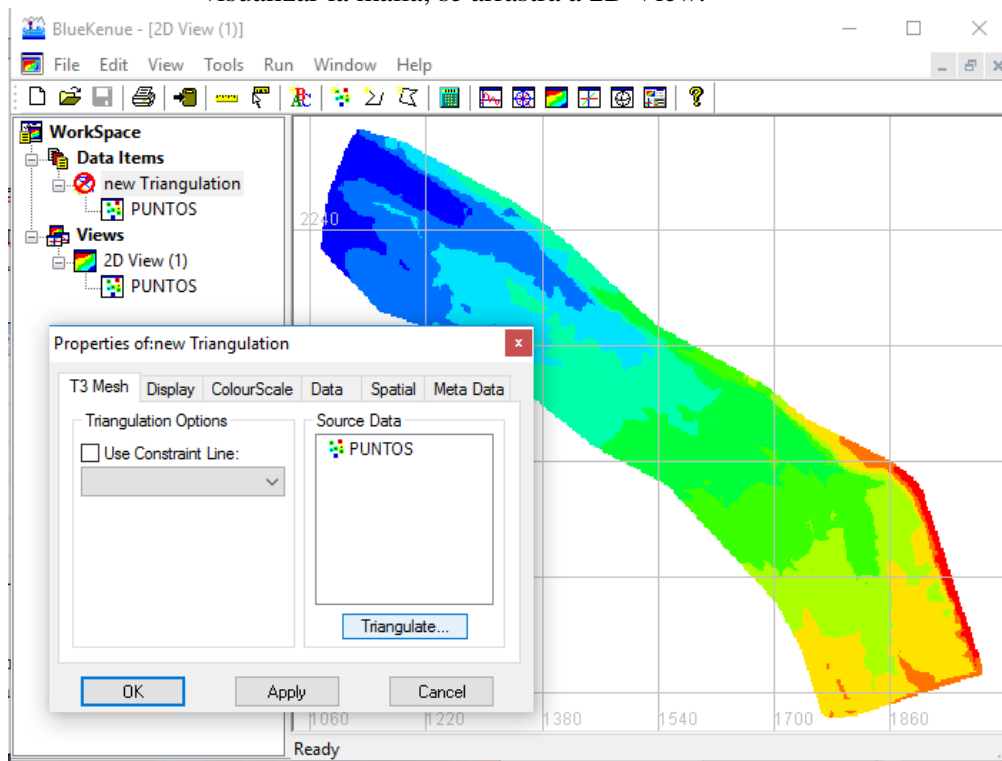


- File → New → Triangulation → OK



- Luego arrastramos el archivo “*.xyz” a New Triangulation.

- Doble click en new Triangulation → Triangulate → OK. Para poder visualizar la malla, se arrastra a 2D View.

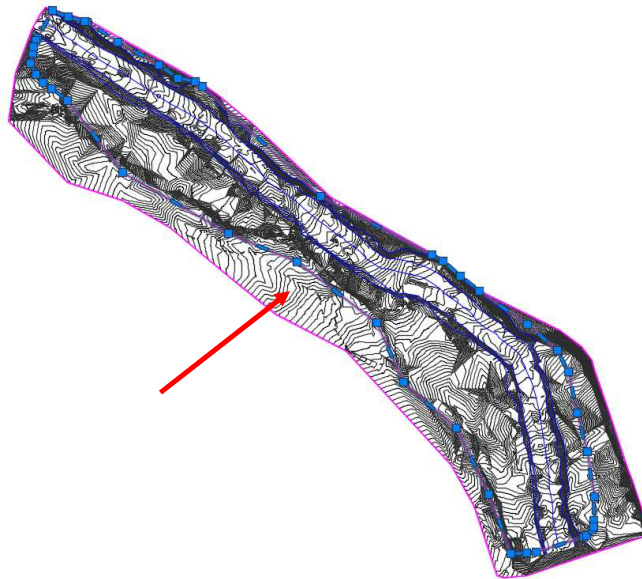


- Seleccionar new Triangulation → Guardar con el nombre: "TRIANGULACION.t3s".

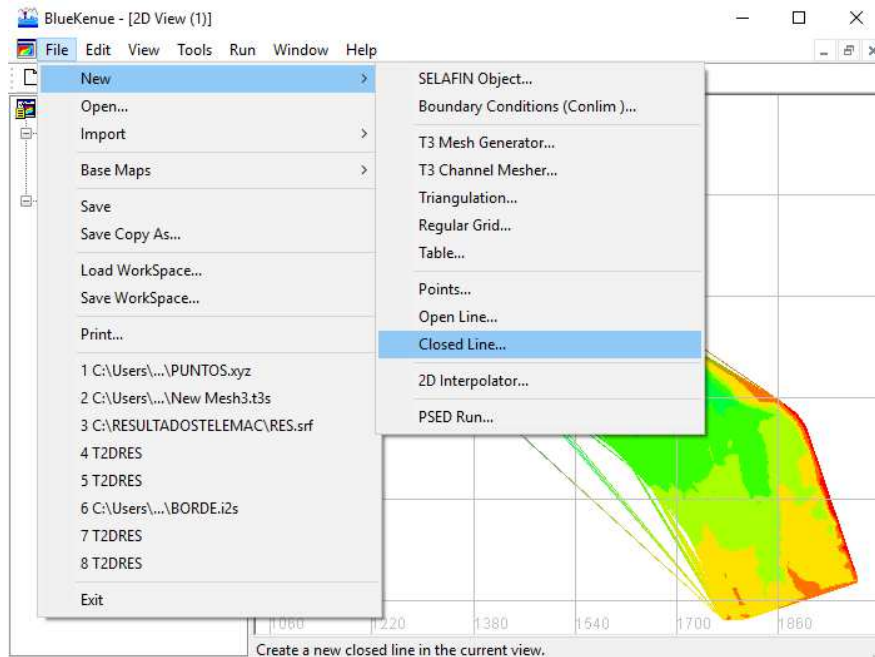
1.1.2.3. Malla computacional (Mesh).

Para crear la malla se necesitan archivos en formato “.i2s”, necesariamente se debe tener el archivo de “boundary” y si se desea tener un mejor detalle en las zonas de modelación se pueden agregar archivos como: density, darkline, softline, points los cuales se obtendrán de Autocad Civil 3D. Para esta modelación se ha utilizado el archivo de boundary (BORDE).

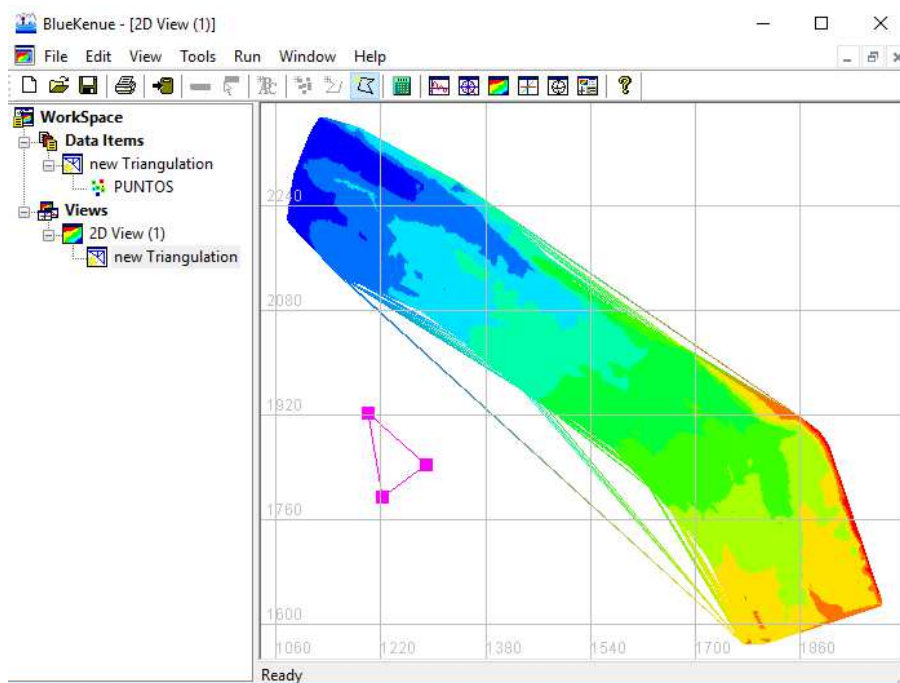
- El procedimiento a seguir es:
 - o Crearemos nuestra zona de estudio la cual se define dentro de la superficie según lo que quieras analizar. En este caso la zona a evaluar será la que está dentro de la polyline seleccionada en la imagen.



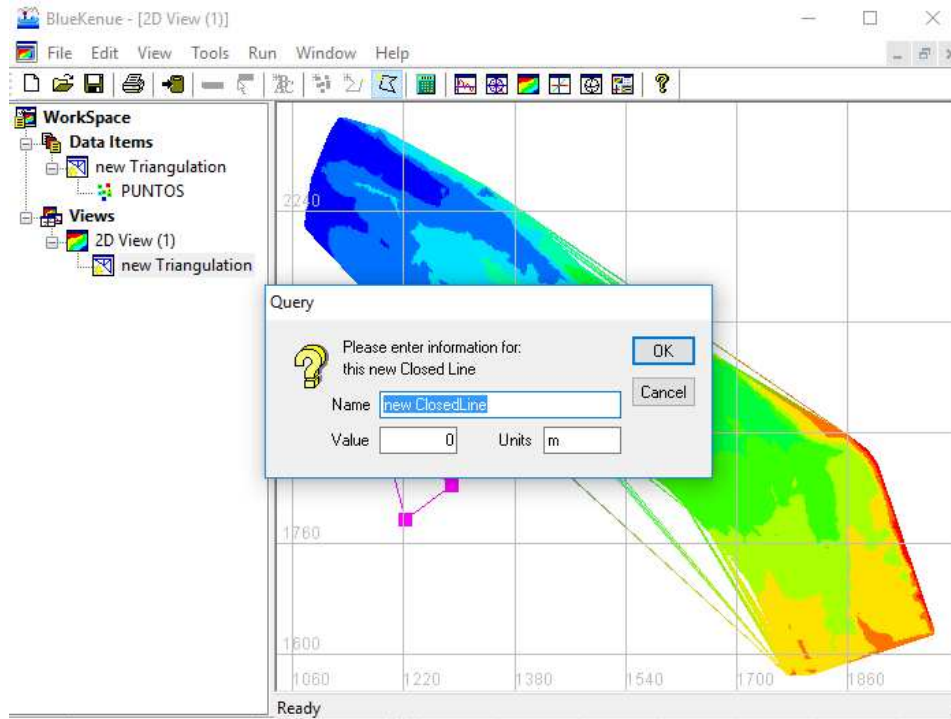
- o Luego procedemos a exportar puntos a partir de una polilyne la cual se obtendrá en un archivo “*.xyz”.
- o En Bluekenue al igual que los puntos generamos un archivo adecuado para poder copiar dentro la data de puntos de la polyline.
(File → New → Closed Line)



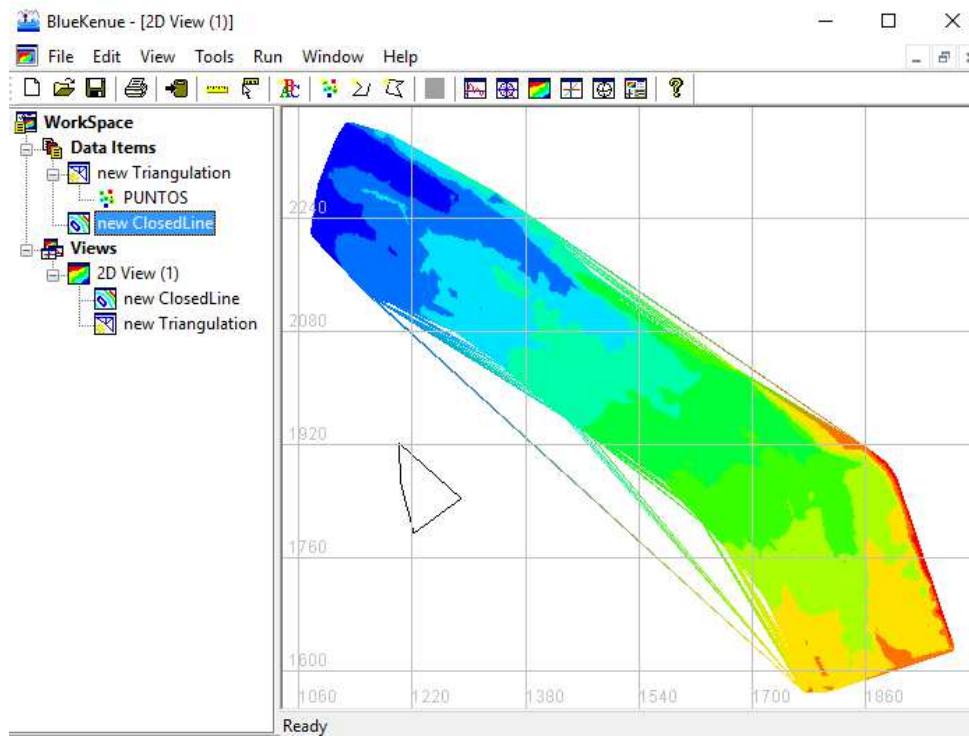
- Luego creamos puntos haciendo clic desde de la vista en 2D.



- Finalizamos la creación de puntos seleccionando la opción o con “ESC”.
- Se abrirá una ventana en el cual se indicará un nombre y las unidades. Luego seleccionamos “OK”.



- Click en “new PointSet” → “Save” y ubicarlo en una carpeta cercana a la del proyecto.



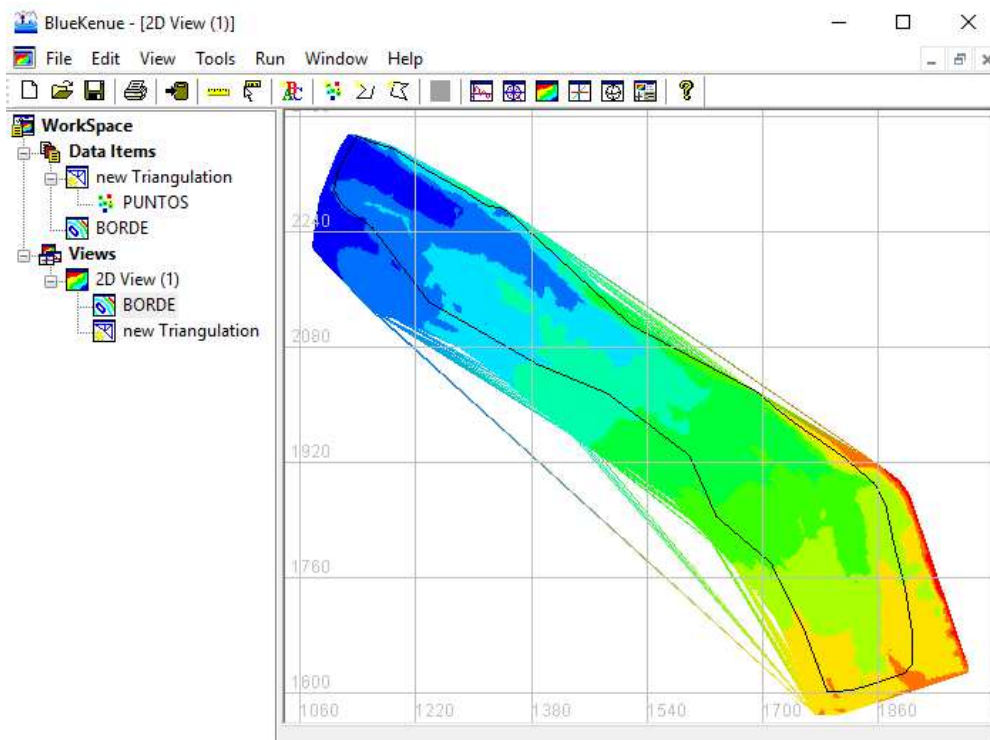
- Logramos obtener un archivo con la estructura adecuada para ser leído y trabajado en Bluekenue. Es recomendable usar “Notepad++” para abrir este archivo.

```

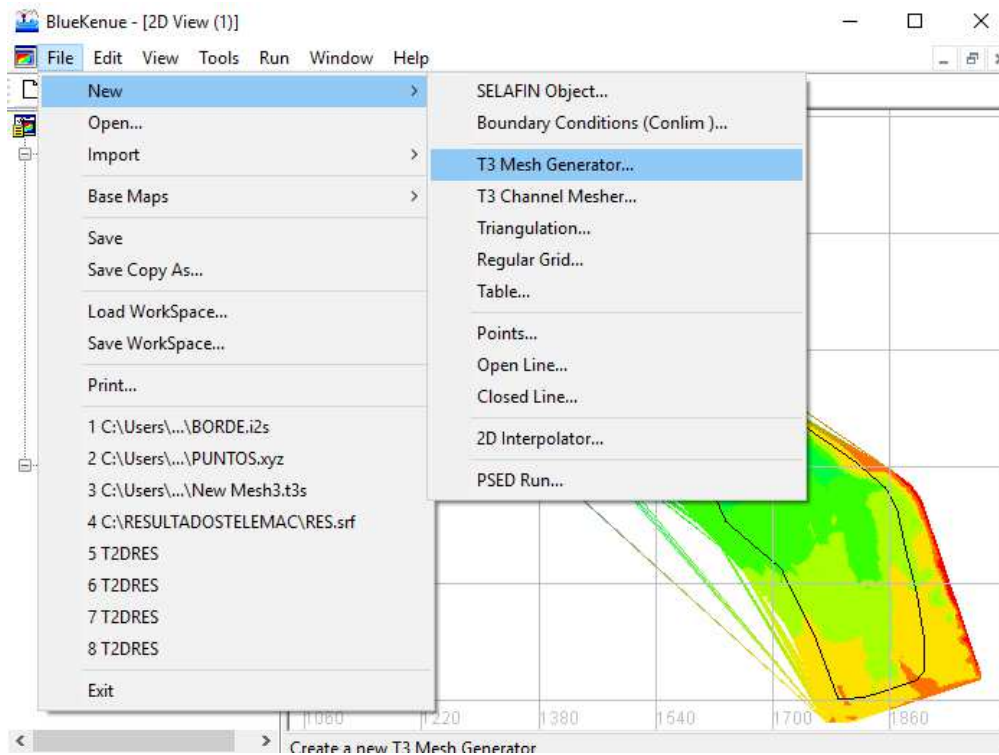
1 #####
2 :FileType i2s ASCII EnSim 1.0
3 # Canadian Hydraulics Centre/National Research Council (c) 1998-2012
4 # DataType 2D Line Set
5 #
6 :Application BlueKenue
7 :Version 3.3.4
8 :WrittenBy ASUS
9 :CreationDate Tue, May 16, 2017 05:18 PM
10 #
11 -----
12 :Name BORDE
13 #
14 :AttributeUnits 1 M
15 :EndHeader
16 45 0
17 1811.5593 1602.9895
18 1789.7263 1602.4835
19 1758.381 1685.9809
20 1712.1627 1780.2225
21 1636.2367 1844.8851
22 1598.8985 1929.6907
23 1485.1867 2015.627
24 1387.951 2056.1544

```

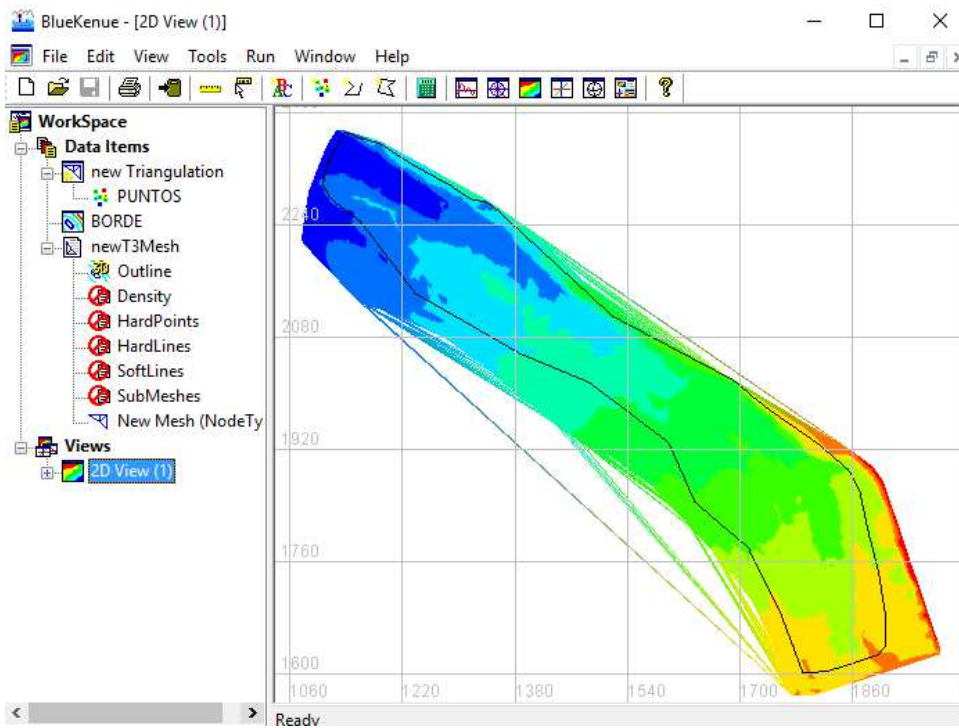
- Seleccionamos New Closed Line → Click derecho → Remove.
- File → Open → seleccionamos el archivo “.i2s” ya modificado con los puntos que forman la polyline.



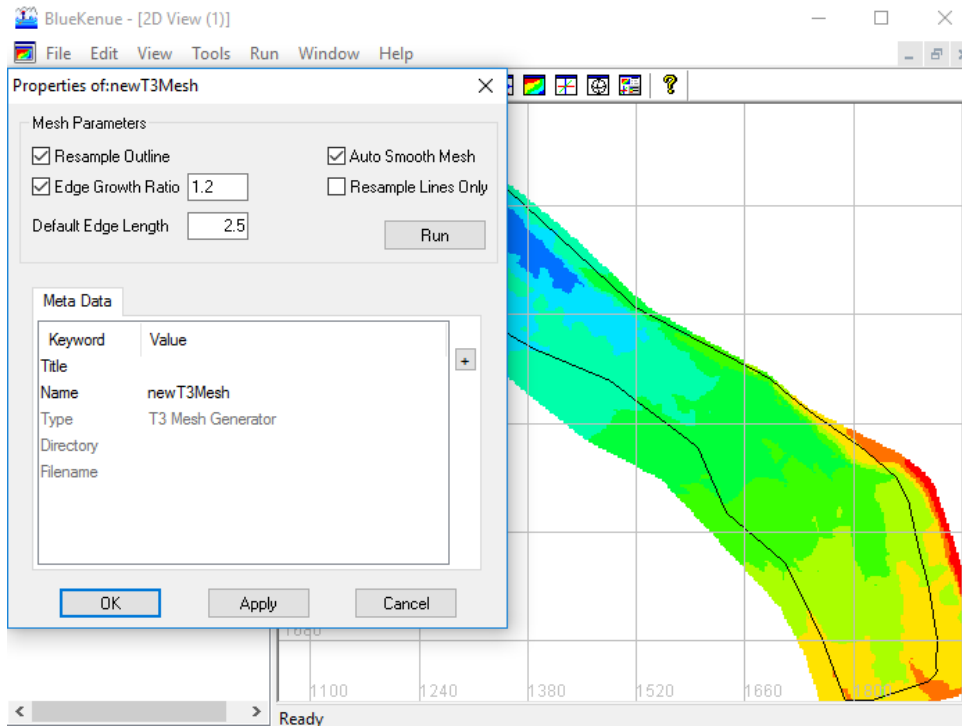
- Luego File → New → T3 Mesh Generator.



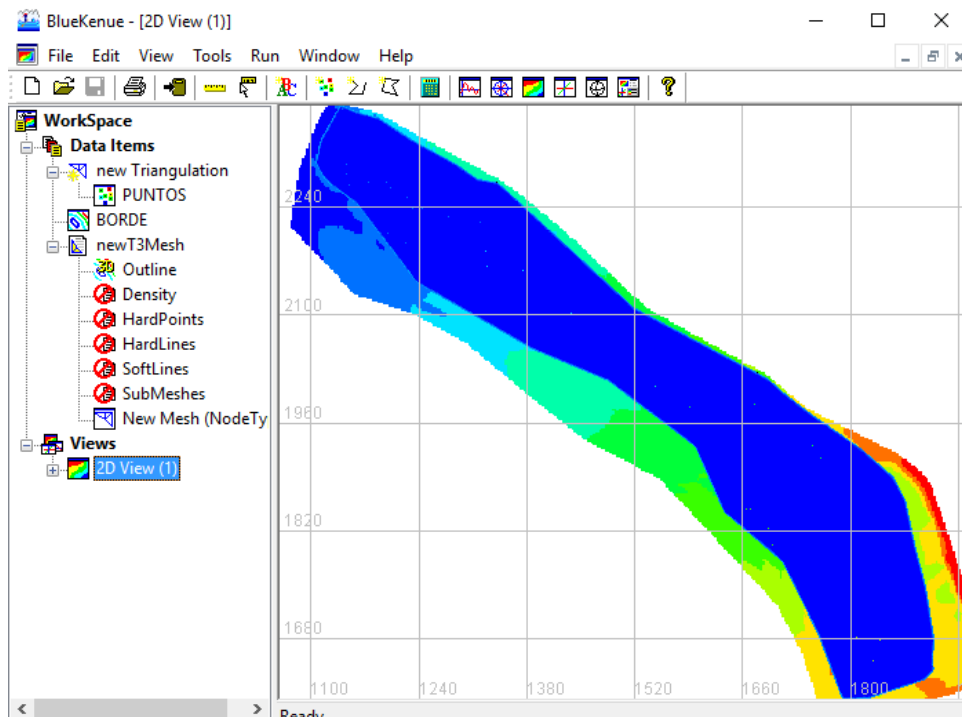
- Después arrastramos el archivo “BORDE” hasta Outline que está dentro de New T3Mesh generado en el paso anterior.

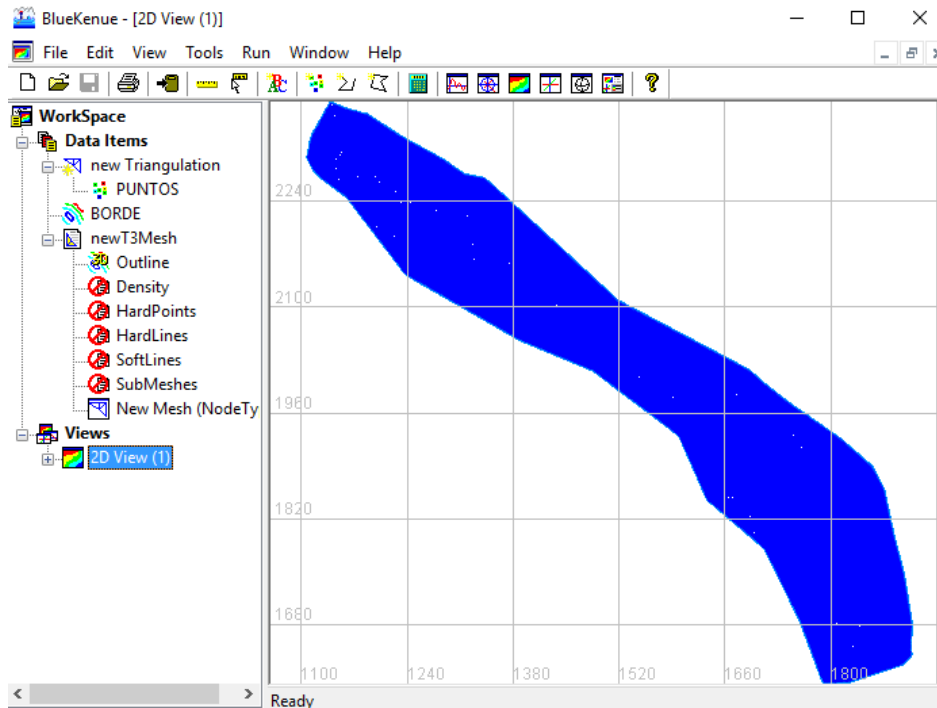


- Le damos doble clic a New T3Mesh y colocamos el número de nodos que queremos. Luego Run → OK.

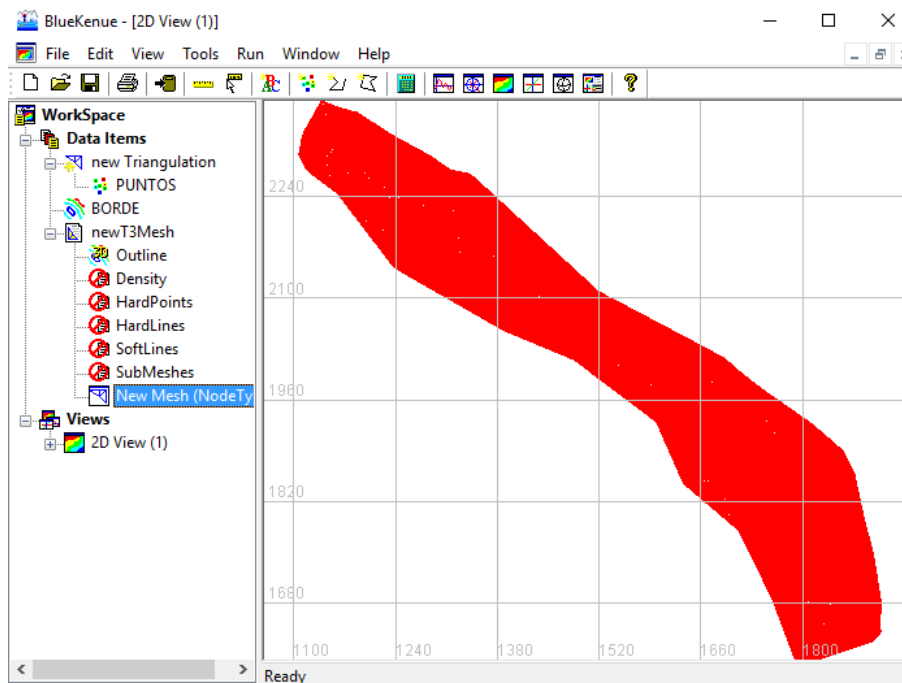


- Y obtenemos la malla computacional.

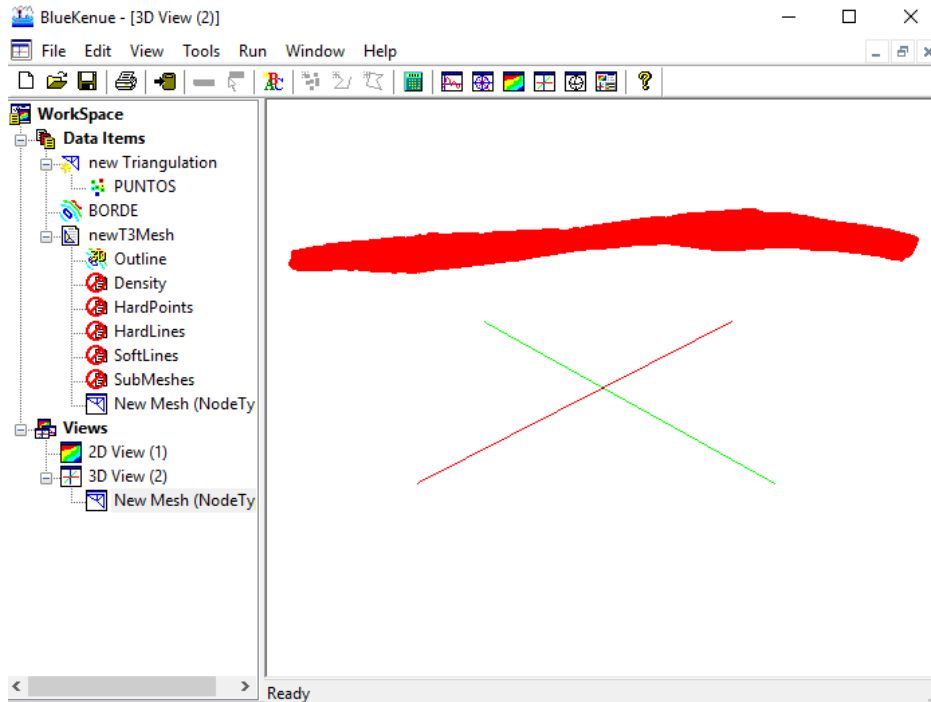




- Ahora le damos cota a la malla, le diremos que tome la elevación de la superficie ingresada.
(Tools → Map Object)
- Se abrirá una ventana y seleccionamos “TRIANGULACION” → OK. De esta forma logramos tener la malla computacional con las elevaciones correspondientes.



- Click en el icono New 3D View y arrastar New Mesh de la vista 2D a la vista 3D.



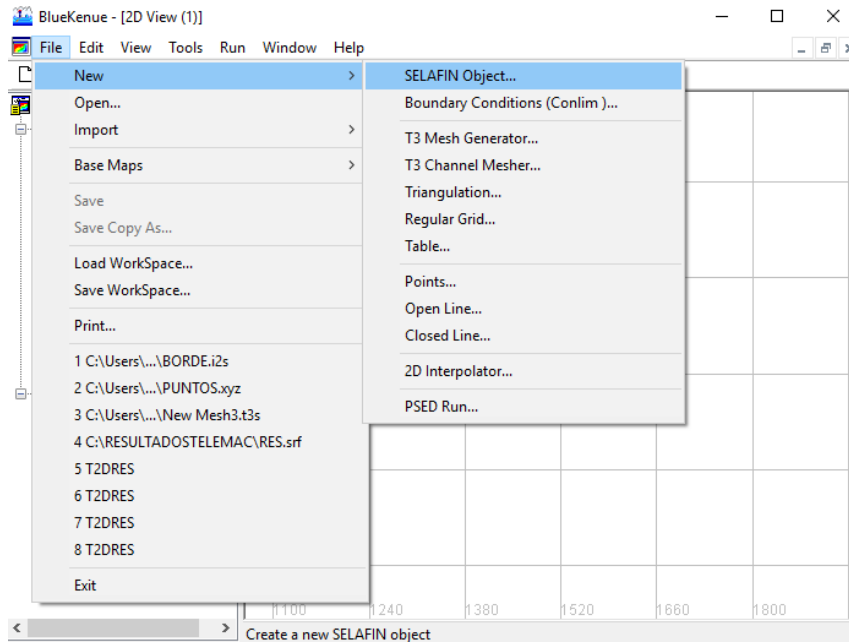
- Luego al New Mesh lo llamamos BOTTOM. Para lo cual se da anticlick en New Mesh (Nodetype) → Properties → en la pestaña Meta Data: en “Title” y “Name” se les edita y se le nombra BOTTOM.

1.1.2.4. Extracción de los archivos de entrada para el Telemac.

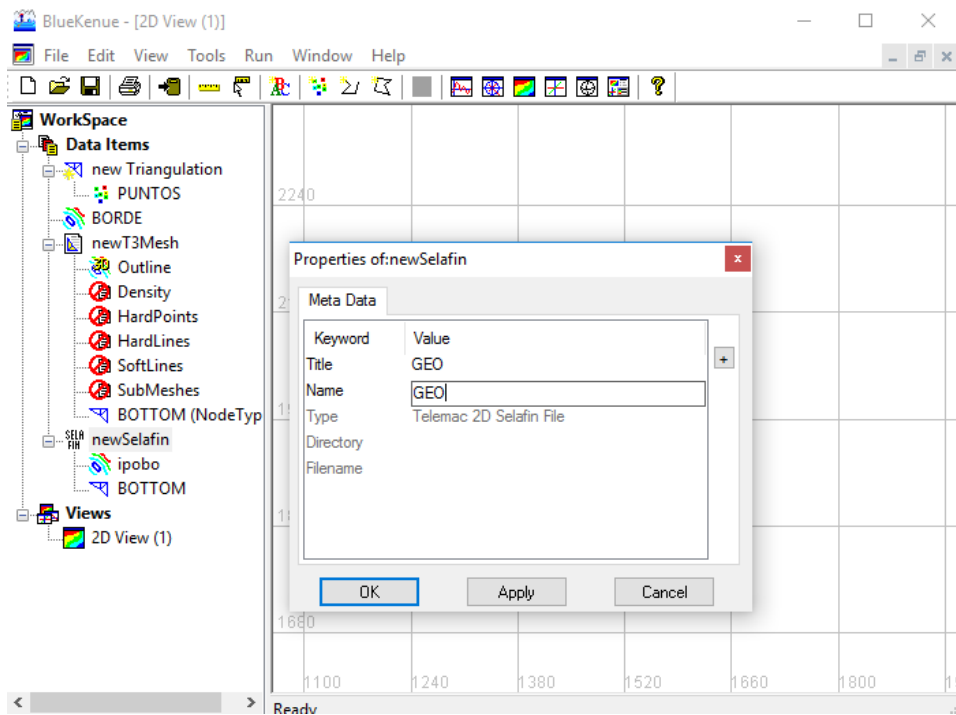
A partir del BlueKenue podemos obtener dos archivos de entrada para el Telemac: el archivo de geometría con el formato binario Selafin, teniendo la extensión. .slf, y el archivo de las condiciones de frontera, formato ASCII, con la extensión “.cli.”.

- Preparación del archivo de geometría:

- File → New → SELAFIN Object. Un nuevo objeto, newSelafin, se crea en Data Items.

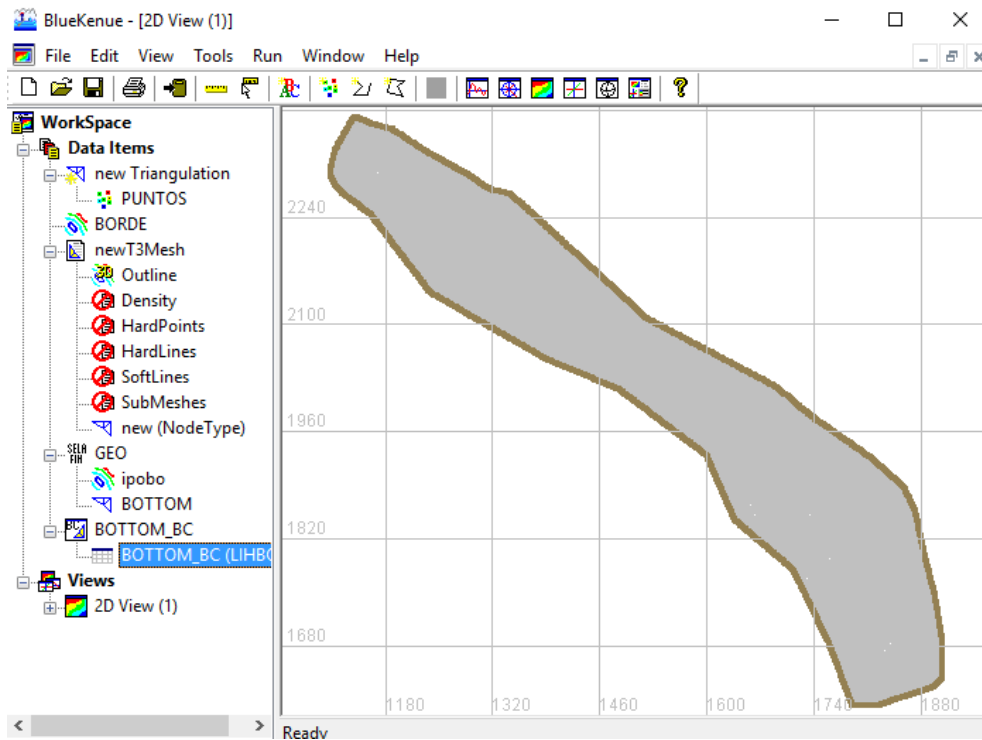


- La variable en el archivo de la geometría debe ser **BOTTOM** para que Telemac lo reconozca como la batimetría (relieve de superficie) para el proyecto.
- Arrastrar **BOTTOM** dentro de newSelafin y a éste cambiarle de nombre por **GEO**, anticlick en newSelafin → Properties → en Title y Name escribir **GEO** → OK.

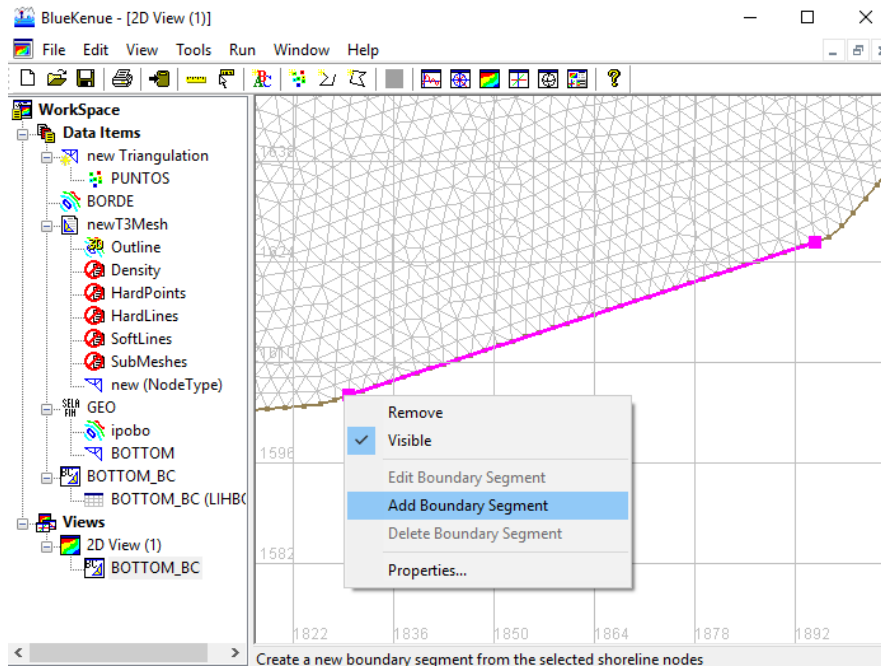


- **Preparación del archivo de condiciones de borde:**

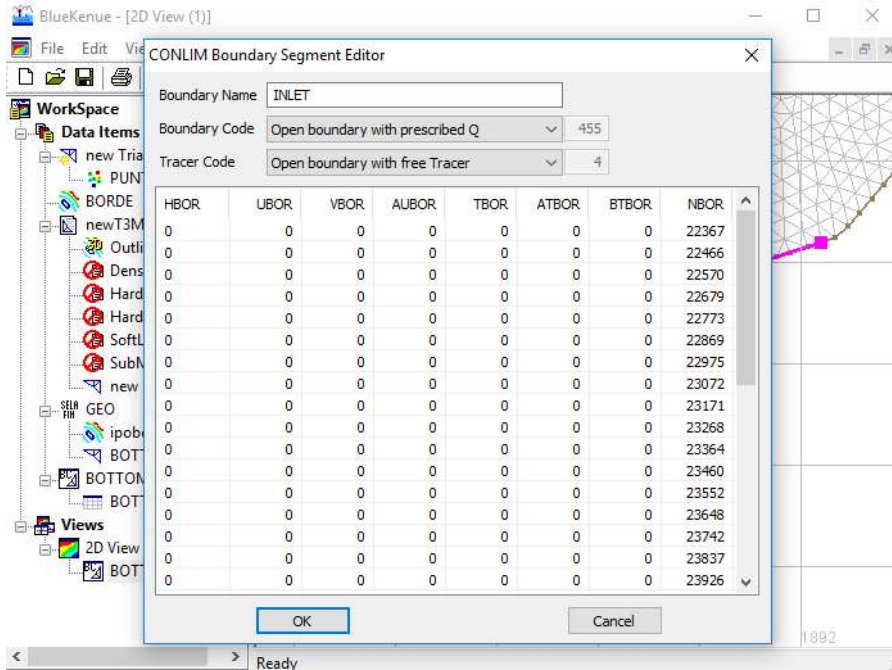
- File → New → Boundary Conditions → En la nueva ventana seleccionar BOTTOM.
- Un nuevo objeto llamado BOTTOM_BC se crea en Data Items, con un sub-objeto BOTTOM_BC (LIHBOR).
- Arrastrar BOTTOM_BC hacia 2D View. La malla ahora aparece gris con un borde exterior de color marrón.



- Por defecto todos los límites se establecen en Closed Boundary (Wall); que son impermeables al flujo.
- Ahora definimos las condiciones de borde: entrada y salida. Dependiendo de la ubicación de las condiciones de borde, se da Doble click en uno de los nodos iniciales de la condición de borde. A continuación, mantenga pulsada la tecla Shift y haga doble clic en el otro nodo final de la condición de borde. La condición de borde se convierte en color magenta entre 2 nodos seleccionados.
- Click derecho y seleccione Add Boundary Segment.



- En la nueva ventana, cambiar el nombre del segmento seleccionado modificando el cuadro Boundary Name: en la entrada escribimos inLet y en el de salida outLet.
- En el cuadro Boundary Code, se selecciona de acuerdo a las características de las condiciones de borde, que pueden ser Caudal (Q), Altura (H), Caudal y Altura (Q and H), etc; esto se realiza en ambas condiciones de borde.
- En el cuadro Tracer Code: se selecciona Open boundary with free Tracer, en ambas condiciones de borde.
- Al finalizar, seleccionar OK. El segmento de frontera cambiará de color.



- **Para guardar el archivo de las condiciones de contorno para Telemac:**

- Seleccionar BOTTOM_BC (LIHBOR).
- File - Save y darle el nombre “cli.bc2”.

- **Para guardar el archivo de definición de los límites:**

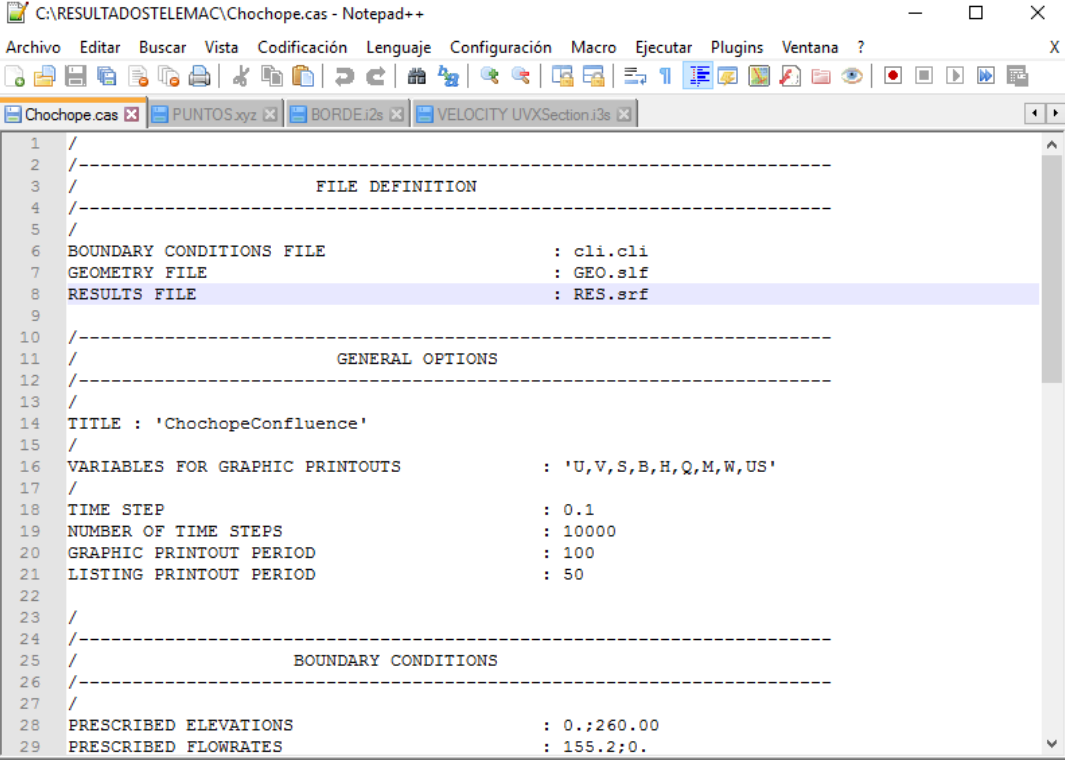
- Seleccionar BOTTOM_BC.
- File - Save y darle el nombre “cli.cli”.
- Este archivo de condición de contorno se puede editar con un editor de texto, si algunos de los parámetros tienen que ser cambiados.
- Se requiere el .cli para ejecutar Telemac. El archivo de .bc2 permite mantener todas las definiciones de las condiciones de contorno del segmento y los atributos de modo que se puede volver a cargar en BlueKenue y editado en un momento posterior.
- Geometry File y Boundary Condition serían los dos archivos de entrada necesarios para definir la geometría y condiciones de borde del Telemac.

1.2. MODELACIÓN EN TELEMATAC

1.2.1. Archivos previos a la ejecución del telemac-2D:

En la misma carpeta donde hemos guardado nuestros archivos anteriormente mencionados, creamos una carpeta con el nombre de “RESULTADOSTELEMATAC” (carpeta creada para definir las condiciones iniciales a utilizarse para una ejecución posterior), en donde copiaremos los archivos: “cli.bc2”, “cli.cli” y “GEO.slf”; faltando un archivo que le ordene al Telemac qué hacer, un archivo de control el cual lo podemos encontrar en la misma página web del programa, este archivo se llamará Chochope con un formato “*.cas”, éstos son los 4 archivos que necesita el Telemac-2D.

Se abre el archivo “Chochope.cas” con “Edit with Notepad++”, en donde se encuentran diferentes parámetros como por ejemplo coeficiente de fricción, modelo de turbulencia, etc. A continuación se definen los parámetros:



```
C:\RESULTADOSTELEMATAC\Chochope.cas - Notepad++
Archivo  Editar  Buscar  Vista  Codificación  Lenguaje  Configuración  Macro  Ejecutar  Plugins  Ventana  ?
Chochope.cas x PUNTOS.xyz x BORDEi2s x VELOCITY UVXSection.i3s x
1 /
2 /-----
3 /                               FILE DEFINITION
4 /-----
5 /
6 BOUNDARY CONDITIONS FILE           : cli.cli
7 GEOMETRY FILE                      : GEO.slf
8 RESULTS FILE                       : RES.srf
9
10 /-----
11 /                               GENERAL OPTIONS
12 /-----
13 /
14 TITLE : 'ChochopeConfluence'
15 /
16 VARIABLES FOR GRAPHIC PRINTOUTS    : 'U,V,S,B,H,Q,M,W,US'
17 /
18 TIME STEP                          : 0.1
19 NUMBER OF TIME STEPS               : 10000
20 GRAPHIC PRINTOUT PERIOD            : 100
21 LISTING PRINTOUT PERIOD            : 50
22
23 /
24 /-----
25 /                               BOUNDARY CONDITIONS
26 /-----
27 /
28 PRESCRIBED ELEVATIONS               : 0.;260.00
29 PRESCRIBED FLOWRATES               : 155.2;0.
Normal te: length : 2,844  lines : 71  Ln : 8  Col : 42  Sel : 0 | 0  Unix (LF)  UTF-8  INS
```

- **File definition**
 - o Se utilizan los archivos ‘cli.cli’, ‘GEO.slf’ antes obtenidos y el archivo de control ‘Chochope.cas’. Y después del proceso obtendremos un archivo final llamado ‘res.srf’.
- **General option**
 - o Variables for graphic printouts: Esto se utiliza para especificar la lista de variables para las que todos los valores se imprimirán en cada punto de la malla y serán almacenadas en el archivo de resultados
 - o Time step: Define el tiempo que separa dos instantes consecutivos del cálculo.

- Number of time steps: La duración total del cálculo puede ser suministrado por medio de una serie de time steps.
- Graphic printout period: Corrige el período para las salidas con el fin de evitar tener un archivo excesivamente grande. Además, cualquiera que sea el periodo de salida indicada por el usuario, se guarda sistemáticamente el último paso del tiempo.
- Listing printout period: Esto soluciona el período entre ediciones de time steps. El valor es dado en números de time steps.

- **Boundary conditions**
 - Prescribed elevations: Este se utiliza para definir la elevación de una frontera abierta con la profundidad prescrita.
 - Prescribed flowrates: Esto se utiliza para fijar el valor de la tasa de flujo de una frontera abierta con caudal prescrito.

- **Initial conditions**
 - Initial conditions: “Constant Depth” es una opción más fácil de iniciar pero si existen zonas muertas dichas zonas y todo el modelo comienzan con la misma profundidad de agua.
 - Initial depth: Profundidad inicial

- **Numerical options**
 - Opciones reconocidas por Telemac, opciones básicas que se modifican en casos especiales.

- **Turbulence model**
 - Turbulence model: El modelo de turbulencia es el número 3, el cual hace referencia al flujo turbulento, con el que se podrá resolver la ecuación de Navier-Stokes.

- **Friction parameters**
 - Trabajamos con la ley de fricción de fondo número 4 con el que el Telemac-2D entiende que se está trabajando con el “n” de Manning.
 - Al coeficiente de fricción se le ha asignado dicho valor porque se ha revisado el campo de trabajo y es un valor estimado.

/-----
/ FILE DEFINITION

/-----
/

BOUNDARY CONDITIONS FILE : cli.cli

GEOMETRY FILE : GEO.slf

RESULTS FILE : RES.srf

/-----
/ GENERAL OPTIONS

/-----
/

TITLE : 'ChochopeConfluence'

/

VARIABLES FOR GRAPHIC PRINTOUTS : 'U,V,S,B,H,Q,M,W,US'

/

TIME STEP : 0.1

NUMBER OF TIME STEPS : 10000

GRAPHIC PRINTOUT PERIOD : 100

LISTING PRINTOUT PERIOD : 50

/-----
/ BOUNDARY CONDITIONS

/-----
/

PRESCRIBED ELEVATIONS : 0.;260.00

PRESCRIBED FLOWRATES : 155.2;0.

/MAXIMUM NUMBER OF BOUNDARIES : 50

/-----
/ INITIAL CONDITIONS

/-----
/

INITIAL CONDITIONS : 'CONSTANT DEPTH'

INITIAL DEPTH : 0.5

```

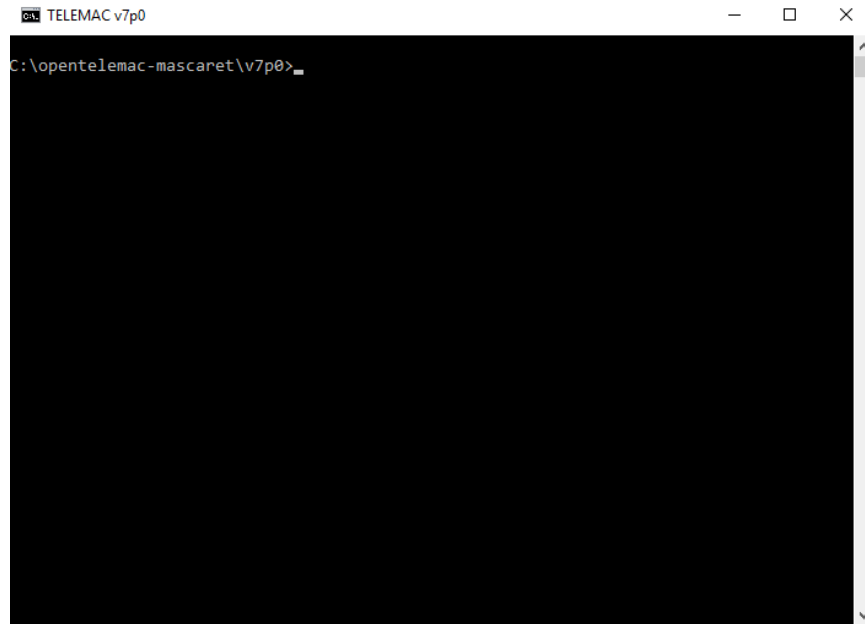
/-----
/          NUMERICAL OPTIONS
/-----
/
TIDAL FLATS                : YES
OPTION FOR THE TREATMENT OF TIDAL FLATS  : 1
MASS-BALANCE                : YES
SOLVER                       : 7
SOLVER OPTION                : 5
SOLVER ACCURACY              : 1.D-6
MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS FOR SOLVER  : 70
PRECONDITIONING              : 2
TYPE OF ADVECTION            : 1;5
SUPG OPTION                  : 2;2
DISCRETIZATIONS IN SPACE     : 11; 11
MATRIX STORAGE               : 3
IMPLICITATION FOR DEPTH      : 1.
IMPLICITATION FOR VELOCITY   : 0.55
/-----
/          TURBULENCE MODEL
/-----
/
TURBULENCE MODEL            : 3
/-----/
/  FRICTION PARAMETERS      /
/-----/
LAW OF BOTTOM FRICTION      = 4
FRICTION COEFFICIENT        = 0.025
/
&FIN

```

Listo el archivo 'Chochope.cas, se procede a correr el modelado con Telemac-2D.

1.2.2. Ejecutar telemac-2D:

- Se copia la carpeta “RESULTADOSTELEMAC” en el disco C, porque será más fácil de ubicarlo.
- Como el Telemac-2D trabaja con comandos, el “Command Prompt” (‘cmd.exe’).



```
TELEMAC v7p0
C:\opentelemac-mascaret\v7p0>
```

- Escribir ‘cd..’ y luego presionar <Enter>, hasta regresar al disco C
- Para que los resultados se ubiquen en la carpeta “RESULTADOSTELEMAC”, se escribe ‘cd RESULTADOSTELEMAC’.
- Ahora calcularemos mediante Telemac-2D, escribiendo lo siguiente: ‘telemac2d.py Chochope.cas’.

```
TELEMAC v7p0
C:\opentelemac-mascaret\v7p0>CD..
C:\opentelemac-mascaret>CD..
C:\>cd /RESULTADOSTELEMAC/
C:\RESULTADOSTELEMAC>telemac2d.py Chochope.cas_
```

- Después que acabe el proceso, en la carpeta ‘RESULTADOSTELEMAC’ aparecerán más archivos que servirán para visualizar los resultados y todo el proceso que hizo Telemac-2D, el cual es el archivo “T2DRES” respectivamente.

Este equipo > OS (C:) > RESULTADOSTELEMAC > Chochope.cas_2017-05-16-17h45min18s

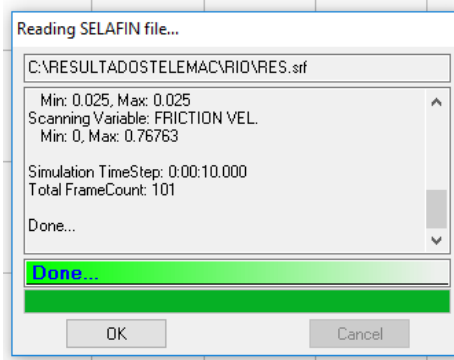
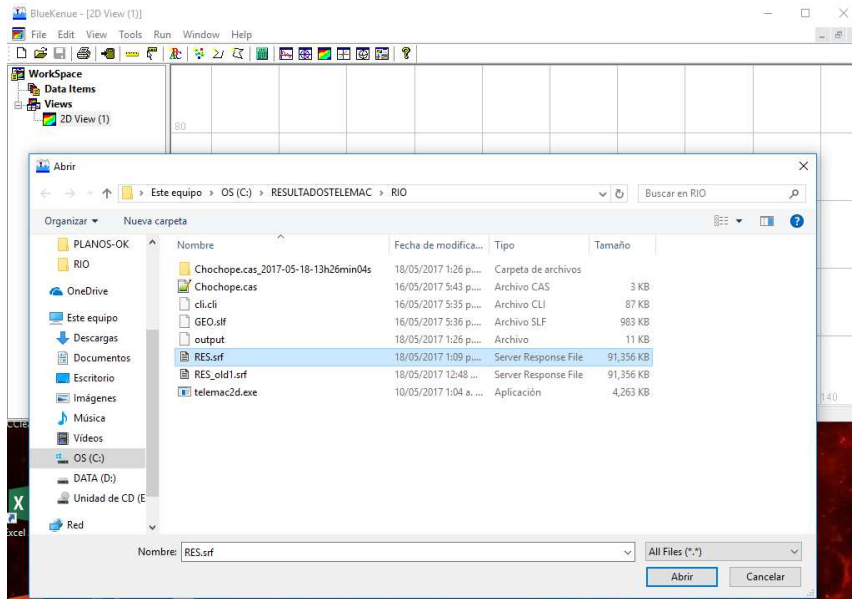
do	Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
	CONFIG	16/05/2017 5:45 p....	Archivo	1 KB
	out_telemac2d.exe	10/05/2017 1:04 a. ...	Aplicación	4,263 KB
tos	T2DCAS	16/05/2017 5:45 p....	Archivo	3 KB
	T2DCLI	16/05/2017 5:45 p....	Archivo	85 KB
JE3	T2DDICO	16/05/2017 5:45 p....	Archivo	183 KB
PRINCIPA	T2DGEO	16/05/2017 5:45 p....	Archivo	983 KB
TELEMAC	T2DRES	16/05/2017 6:02 p....	Archivo	91,356 KB

- Este archivo ‘res’ ahora será nuestro archivo para un estado inicial de cálculo.

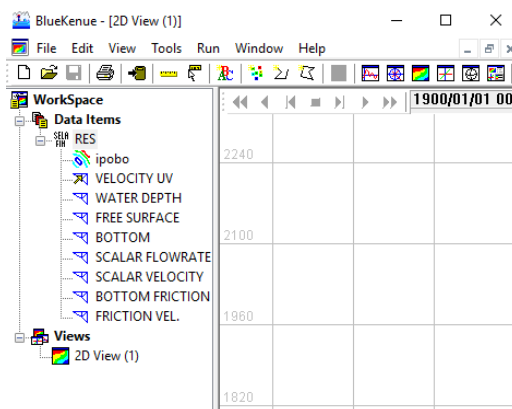
1.3. POST-PROCESAMIENTO

Para el post-procesamiento las opciones a usar son software como Bluekenue, Paraview y Tecplot. En este caso se usó el software Bluekenue.

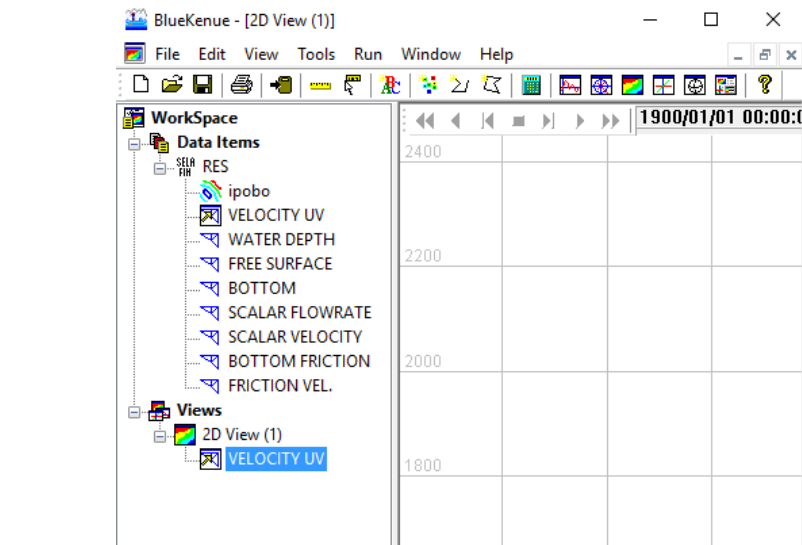
- Se abre el software Bluekenue:
 - o File → Open → se selecciona el archivo “RES.srf” de la carpeta donde se ejecutó el modelo → Abrir → OK.



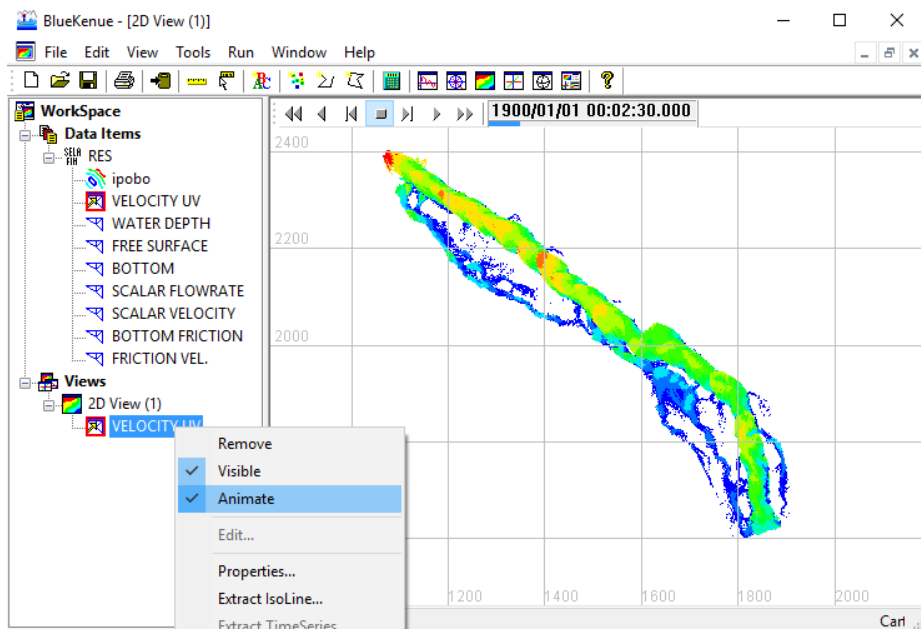
- Aparecen nuevos ítems en Data Items.



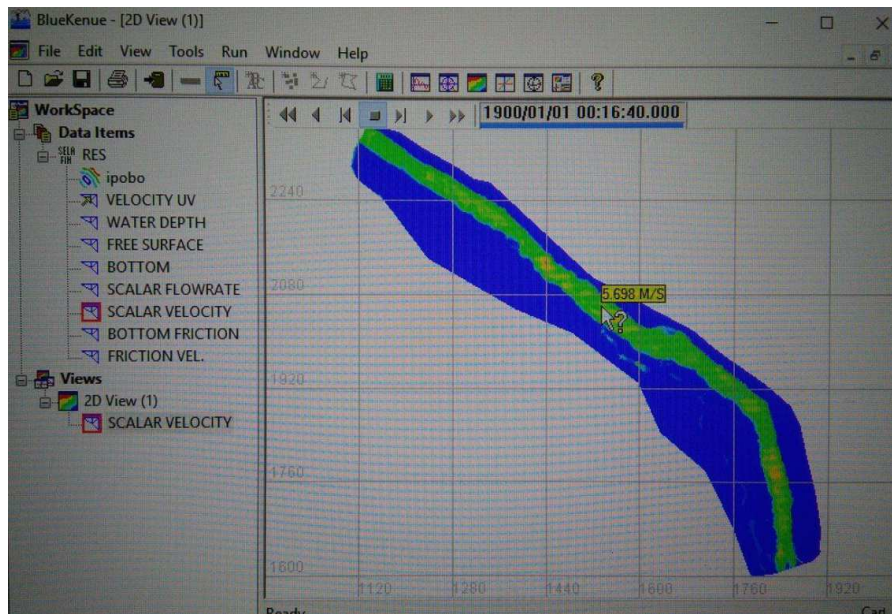
- Para representar el ítem que se quiere visualizar, se selecciona el ítem y se arrastra hacia 2D View (1).



- Anticlick en “VELOCITY UV” → Animate → Click en el icono de Play. Esperar que acabe el proceso. Mantener seleccionado “VELOCITU UV” y guardar.



- Para poder visualizar la velocidad en un punto utilizamos el ítem “SCALAR VELOCITY” y lo arrastramos a 2D View (1), luego seleccionamos Animate, después le damos play y presionamos la opción View Live Cursor y llevamos el puntero a la zona donde queremos ver la velocidad.



- De esa forma se pueden observar los demás ítems y poder ver los resultados en varios puntos o donde se requiera saber los datos del modelo.

ANEXO 07:

GUIA MATLAB
civil3DTINToBLueKenue

```

%THIS MATLAB FILE WAS CODED BY DR. CHRISTIAN FRIAS
%THIS SCRIPT READS A LAND XML FILE AND OUTPUTS THE POINTS AND
ELEMENTS OF A
%CIVIL 3D TIN SURFACE
function civil3DTINToBLueKenue()
filename='superficieestructura.xml';
outFile = fopen('superficie.t3s','w');

% PARSEXML Convert XML file to a MATLAB structure.
try
    xdoc = xmlread(filename);
catch
    error('Failed to read XML file %s.',filename);
end

%READS THE TREE UNTILS IT REACHES THE POINTS AND ELEMENTS
landXML=xdoc.getDocumentElement;
entries=landXML.getChildNodes;
surfaces=entries.item(7).getChildNodes;
surface=surfaces.item(1).getChildNodes;
definition=surface.item(3).getChildNodes;
points=definition.item(1).getChildNodes;
faces=definition.item(3).getChildNodes;

%READS THE POINTS
i=0;
nPoints=1;
%pointArray=zeros;
while ~isempty(points.item(i))
    if strcmpi(points.item(i).getNodeName, 'P')
        temp=char(points.item(i).getTextContent);
        tempNum=str2num(temp);
        temp=char(points.item(i).getAttribute('id'));
        cadPNum=str2num(temp);
    end
    i=i+1;
end

```

```

    pointArray(nPoints,1)=cadPNum(1,1);
    pointArray(nPoints,2)=tempNum(1,1)-9318000; %this was temporary because of
the ICA translation change on the future
    pointArray(nPoints,3)=tempNum(1,2)-651000; %this was temporary because of
the ICA translation change on the future
    pointArray(nPoints,4)=tempNum(1,3);
    nPoints=nPoints+1;
    %fprintf(outFile,'%s\n',temp);
end
i=i+1;
end

%READS THE ELEMENTS
i=0;
nElem=1;
while ~isempty(faces.item(i))
    if strcmpi(faces.item(i).getNodeName, 'F')
        temp=char(faces.item(i).getTextContent);
        tempNum=str2num(temp);
        node1=find(pointArray(:,1)==tempNum(1,1));
        elemArray(nElem,1)=node1;
        node2=find(pointArray(:,1)==tempNum(1,2));
        elemArray(nElem,2)=node2;
        node3=find(pointArray(:,1)==tempNum(1,3));
        elemArray(nElem,3)=node3;

%     elemArray(nElem,1)=tempNum(1,1);
%     elemArray(nElem,2)=tempNum(1,2);
%     elemArray(nElem,3)=tempNum(1,3);
        nElem=nElem+1;
        %fprintf(outFile,'%s\n',temp);
    end
    i=i+1;
end

```

```
%OUTPUT THE HEADER
```

```
fprintf(outFile,'#####  
#####\n');
```

```
fprintf(outFile,':FileType t3s ASCII EnSim 1.0\n');
```

```
fprintf(outFile,'# Canadian Hydraulics Centre/National Research Council (c) 1998-  
2012\n');
```

```
fprintf(outFile,'# DataType          2D T3 Scalar Mesh\n');
```

```
fprintf(outFile,'#\n');
```

```
fprintf(outFile,':Application      BlueKenue\n');
```

```
fprintf(outFile,':Version          3.3.4\n');
```

```
fprintf(outFile,':WrittenBy        christian\n');
```

```
fprintf(outFile,':CreationDate     --\n');
```

```
fprintf(outFile,'#\n');
```

```
fprintf(outFile,'#-----\n');
```

```
fprintf(outFile,'#\n');
```

```
fprintf(outFile,':NodeCount %d\n',nPoints-1);
```

```
fprintf(outFile,':ElementCount %d\n',nElem-1);
```

```
fprintf(outFile,':ElementType T3\n');
```

```
fprintf(outFile,'#\n');
```

```
fprintf(outFile,':EndHeader\n');
```

```
%OUTPUT THE POINTS
```

```
for j=1:nPoints-1
```

```
    fprintf(outFile,'%f %f %f\n',pointArray(j,3),pointArray(j,2),pointArray(j,4));
```

```
end
```

```
%OUTPUT THE ELEMENTS
```

```
for j=1:nElem-1
```

```
    fprintf(outFile,'%d %d %d\n',elemArray(j,1),elemArray(j,2),elemArray(j,3));
```

```
end
```

```
fclose(outFile);
```