

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



"PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA  
ALLPA RUMI EN EL RÍO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA  
LOS SECTORES PURHUAY – AMPU – MARCARÁ – CARHUAZ –  
ÁNCASH – 2020"

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

**Presentado por:**

Bach. CORNELIO VICOS, Nilton Escobar

**Asesor:**

Ing. MEJÍA ZÚÑIGA, Eugenio Julián

**HUARAZ – PERÚ**

**2022**





UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del Jurado de Tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación de la Tesis presentado por la Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **CORNELIO VICOS, NILTON ESCOBAR** denominado: "PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RÍO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA LOS SECTORES PURHUAY – AMPU – MARCARÁ – CARHUAZ – ÁNCASH – 2020". Escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADA

CON EL CALIFICATIVO (\*)

QUINCE (15)

En consecuencia, queda en condición de ser calificado APTO por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de INGENIERO AGRÍCOLA, de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la Universidad.

Huaraz, 25 de noviembre de 2022.

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA  
CERNA

PRESIDENTE

Ing. FRANCISCO ESPINOZA  
MANCISIDOR

SECRETARIO

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS  
VERA

VOCAL

Mag. EUGENIO JULIAN MEJIA  
ZUÑIGA

PATROCINADOR

(\*) De acuerdo con el Reglamento de Tesis, éstas deben ser calificadas con términos de: APROBADO CON EXCELENCIA (19 - 20), APROBADO CON DISTINCIÓN (17 - 18), APROBADO (14 - 16), DESAPROBADO (00 - 13).



UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CIUDAD UNIVERSITARIA DE SHANCAYÁN TELEFAX 043 426 588 - HUARAZ - ANCASH - PERÚ



### ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada: PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RÍO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA LOS SECTORES PURHUAY – AMPU – MARCARÁ – CARHUAZ – ÁNCASH – 2020, presentado por la Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Agrícola **CORNELIO VICOS, NILTON ESCOBAR**, y sustentada el día 25 de noviembre del 2022, por Resolución Decanatural N° 476 -2022 - UNASAM - FCA, la declaramos CONFORME.

Huaraz, 25 de noviembre del 2022

Dr. PEDRO ALEJANDRO COLONIA  
CERNA

PRESIDENTE

Ing. FRANCISCO ESPINOZA  
MANCISIDOR

SECRETARIO

Mag. JAVIER ALBERTO COTOS  
VERA

VOCAL

Mag. EUGENIO JULIAN MEJIA  
ZUÑIGA

PATROCINADOR



NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS BOCATOMA ALLPA RUMI 2023.docx**

AUTOR

**NILTON ESCOBAR CORNELIO VICOS**

RECUENTO DE PALABRAS

**17755 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**91206 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**118 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**35.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**May 5, 2023 10:19 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**May 5, 2023 10:21 AM GMT-5****● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Fuentes excluidas manualmente
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



## DEDICATORIA

A mi madre que me dio la vida y me dio siempre su apoyo incondicional durante mi formación académica profesional, a mis familiares por su paciencia y apoyo moral en mi recorrido profesional de mi carrera universitaria.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, porque a él debo mis logros. A mi familia, por brindarme su amor y sus valores, basada principios. A mis docentes por haber sido maestros y guía, durante mi formación académica universitaria. A mi asesor Ing. MEJÍA ZÚÑIGA, Eugenio Julián por brindarme su apoyo durante el proceso de mi trabajo de tesis. A mi alma máter, la UNASAM, por haberme permitido ser parte de esta gran casa de estudios, A mis amigos, compañeros de la universidad y todas aquellas personas que me apoyaron en el desarrollo académico profesional.



## I. INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>I. INDICE</b> .....	iii
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	vi
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>CONTENIDO DE ECUACIONES</b> .....	viii
<b>II. RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>III. INTRODUCCION</b> .....	1
3.1 Planteamiento y formulación del problema.....	1
3.2 Formulación del Problema.....	4
3.3 Justificación.....	4
3.3.1 Justificación académica .....	4
3.3.2 Justificación social .....	4
3.4 Objetivos.....	5
3.4.1 Objetivo general.....	5
3.4.2 Objetivos específicos .....	5
3.5 Variables.....	5
3.5.1 Variable independiente .....	5
3.5.2 Variable dependiente .....	5
3.6 Hipótesis.....	5
<b>IV. MARCO TEORICO</b> .....	6
4.1 Antecedentes de investigación.....	6
4.1.1 Internacional .....	6
4.1.2 Nacional .....	6
4.1.3 Local .....	8
4.2 Marco teórico.....	9
4.2.1 Definición de Bocatoma. ....	9
4.2.2 Bocatoma de captación lateral. ....	9
4.2.3 Componentes de una bocatoma de captación lateral. ....	9
4.2.4 Información requerida para el diseño de una bocatoma . ....	32
4.3 Definición de términos.....	36

<b>V. MATERIALES Y METODOS.</b>	37
5.1 Materiales y Equipos.....	37
5.1.1 Materiales.....	37
5.1.2 Equipos y Softwares. ....	37
5.2 Tipo de investigación.....	37
5.3 Diseño de investigación.....	38
5.4 Población y muestra.....	38
5.4.1 Población.....	38
5.4.2 Muestra. ....	38
5.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
5.5.1 Técnicas de recolección de datos.....	38
5.5.2 Instrumentos de recolección de datos. ....	38
5.6 Procesamiento de Datos.....	39
5.6.1 Procesamiento de la información topográfica.....	39
5.6.2 Procesamiento de la información agronómico.....	39
5.6.3 Procesamiento y cálculo de Caudal Máximo.....	41
5.6.4 Rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará. ....	41
5.6.5 Análisis estadístico de la evaluación del diseño de la bocatoma .....	42
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	43
6.1 Resultados.....	43
6.1.1 Estudio Topográfico.....	43
6.1.2 Estudio Agronómico. ....	43
6.1.3 Caudales máximos. ....	45
6.1.4 Rediseño Hidráulico.....	45
6.1.5 Análisis estadístico.....	47
6.2 Discusión.....	48
<b>VII. CONCLUSIONES.</b>	50
<b>VIII. RECOMENDACIONES.</b>	51
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>	52
<b>X. ANEXOS.</b>	55
10.1 Tablas de Datos meteorológicos y figuras para rediseño Hidráulico.....	55
10.2 Vistas Fotográficas.....	67
10.3 Hojas de cálculo.....	75
10.3.1 Estudio Agronómico. ....	75
10.3.2 Caudal Maximo.....	86

10.3.3 Rediseño Hidráulico.....87

10.3.4 Análisis Estadístico.....105

10.4 Planos..... 106





## CONTENIDO DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Datos de los parámetros hidráulicos de la bocatoma existente.....	3
<b>Tabla 2</b> Tabla del resultado de estudios básicos de topografía.....	43
<b>Tabla 3</b> Resultado del caudal de diseño sin proyecto para todos los meses del año.....	43
<b>Tabla 4</b> Resultado del caudal de diseño sin proyecto .....	44
<b>Tabla 5</b> Caudales máximos para diferentes tiempos de retorno.....	45
<b>Tabla 6</b> Resultado de los parámetros hidráulicos del rediseño hidráulico de la bocatoma.....	45
<b>Tabla 7</b> Datos hidrológicos da la precipitación total mensual de las estaciones: Yungay, Huaraz y Recuay .....	55
<b>Tabla 8</b> Datos hidrológicos da Temperatura máxima y mínima media mensual de las estaciones: Yungay, Huaraz y Recuay .....	56
<b>Tabla 9</b> Tabla de Radiación solar extraterrestre en MJ m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> .....	58
<b>Tabla 10</b> Tabla de Factor de Fondo y Factor de orilla para la aplicación de la formula Blench .....	58
<b>Tabla 11</b> Valores de A y m para causas estables, aplicable para la formula Altunin .....	58
<b>Tabla 12</b> Tabla de Condiciones del Fondo del Rio para el la formula Simons Y Henderson	59
<b>Tabla 13</b> Tabla del coeficiente de Rugosidad para el método de COWAN .....	59
<b>Tabla 14</b> Coeficiente de descarga para la cresta de cimacio en pared vertical (Co).....	60
<b>Tabla 15</b> Coeficiente de afectación para cargas diferentes a la del proyecto (C1) .....	61
<b>Tabla 16</b> Coeficiente de Afectación por inclinación del paramento del Talud (C2 ) .....	61
<b>Tabla 17</b> Coeficiente de Afectación por efecto del lavado aguas abajo (C3) .....	62
<b>Tabla 18</b> Coeficiente de Afectación por Sumersión (C4) .....	62
<b>Tabla 19</b> Valores de Xc, Yc, R1 y R2 del vertedero Perfil tipo estándar WES.....	63
<b>Tabla 20</b> Factores para la determinación de las constantes “K” y “n” del vertedero .....	64
<b>Tabla 21</b> Relación adimensional para la longitud del resalto Hidráulico (Lr).....	64
<b>Tabla 22</b> Relación adimensional para la longitud del resalto Hidráulico (Lr) y Tirante de agua en resalto Hidráulico (TA) .....	65
<b>Tabla 23</b> Valores del coeficiente “C” en función del Material de Fondo del Rio. ....	66
<b>Tabla 24</b> Licencia de uso de agua con fines agrario-agrícola con Resolución Directoral 1626- 2019-ANA/AAA H CH al comité de Usuarios Florida Auquipampa .....	66
<b>Tabla 25:</b> Tabla de análisis de Variabilidad.....	105

## CONTENIDO DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Bocatoma Allpa Rumi existente en el río Marcará. ....	2
<b>Figura 2</b> Deterioro de los componentes que conforman la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará . ....	3
<b>Figura 3</b> Relación de áreas del barraje móvil y fijo. ....	13
<b>Figura 4</b> Perfil del barraje fijo y la ventana de Captación .....	14
<b>Figura 5</b> Perfil del barraje fijo y las líneas de energía .....	16
<b>Figura 6</b> Elemento del vertedero Perfil tipo estándar WES.....	17
<b>Figura 7</b> Detalle de la cresta del perfil Estándar Wes.....	18
<b>Figura 8</b> Curva de transición para el cálculo de ( $\beta$ ) , (T) y (R) .....	19
<b>Figura 9</b> Esquema de una Bocatoma de captación lateral. ....	21
<b>Figura 10</b> Salto hidráulico producido en el colchón disipador (Aguas abajo) y Niveles de energía.....	22
<b>Figura 11</b> Esquema de un estanque Tipo I.....	25
<b>Figura 12</b> Dimensiones de los dientes deflectores para un estanque Tipo I.....	26
<b>Figura 13</b> Dimensiones del Umbral Terminal para un Estanque Tipo I.....	26
<b>Figura 14</b> Espesores mínimos de la estructura a considerar .....	27
<b>Figura 15</b> Comportamiento Hidráulico de las aguas filtrantes y vertientes a través de la estructura Barraje-Poza disipadora .....	28
<b>Figura 16</b> Diagrama de Supresión para aguas máximas .....	28
<b>Figura 17</b> Cuadro para el procedimiento de cálculo del caudal de diseño .....	40
<b>Figura 18</b> Gráfico del balance Hidráulico Sin Proyecto .....	44
<b>Figura 19</b> Gráfico del balance Hidráulico Sin Proyecto .....	45
<b>Figura 20</b> Dimensiones de los dientes deflectores y Umbral terminal de la Poza de Disipación .....	47

## CONTENIDO DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Método de BLENCH .....	10
<b>Ecuación 2:</b> Método de PETTIT .....	10
<b>Ecuación 3:</b> Método de ALTUNIN .....	11
<b>Ecuación 4:</b> Método de PETTIS .....	11
<b>Ecuación 5:</b> Método de SIMONS Y HENDERSON .....	11
<b>Ecuación 6:</b> Manning .....	11
<b>Ecuación 7:</b> Régimen del Flujo.....	12
<b>Ecuación 8:</b> Método de Cowan .....	12
<b>Ecuación 9:</b> Relación de Barraje Fijo y móvil.....	12
<b>Ecuación 10:</b> Longitud de Barraje Móvil.....	13
<b>Ecuación 11:</b> Espesor del Pilar .....	13
<b>Ecuación 12:</b> Caudal de descarga de orificios .....	14
<b>Ecuación 13:</b> Cota de la cresta .....	15
<b>Ecuación 14:</b> Altura del barraje Fijo.....	15
<b>Ecuación 15:</b> Caudal de descarga del Barraje Fijo .....	15
<b>Ecuación 16:</b> Longitud efectiva de la cresta del barraje fijo.....	16
<b>Ecuación 17:</b> Coeficiente de descarga variable para la cresta .....	16
<b>Ecuación 18:</b> Sumatoria de Caudal de Barraje Fijo más Caudal de Barraje Móvil....	17
<b>Ecuación 19:</b> Altura de la Velocidad de Aproximación .....	18
<b>Ecuación 20:</b> Ecuación general de la curva aguas abajo del perfil Cimacio .....	18
<b>Ecuación 21:</b> Derivada de la ecuación general de la curva.....	19
<b>Ecuación 22:</b> Punto Tangencia de la curva.....	19
<b>Ecuación 23:</b> Calculo del Angulo $\beta$ .....	20
<b>Ecuación 24:</b> Radio de la Curva circula del perfil Wes .....	20
<b>Ecuación 25:</b> Relación de Radio Calculado.....	20
<b>Ecuación 26:</b> Energía en el Punto (0) .....	22
<b>Ecuación 27:</b> Bernoulli .....	22
<b>Ecuación 28:</b> Energía en el Punto (1) .....	23
<b>Ecuación 29:</b> Velocidad al pie del barraje .....	23
<b>Ecuación 30:</b> Profundidad de la poza de Disipación .....	23
<b>Ecuación 31:</b> Perdida de Carga.....	23

<b>Ecuación 32:</b> Velocidad aguas abajo teórico .....	23
<b>Ecuación 33:</b> Velocidad de aguas abajo en barraje Fijo .....	24
<b>Ecuación 34:</b> Tirante Y2 .....	24
<b>Ecuación 35:</b> Tirante Y3 .....	24
<b>Ecuación 36:</b> Tirante de aguas abajo .....	24
<b>Ecuación 37:</b> Numero de Froude .....	24
<b>Ecuación 38:</b> Según Smetana (Checoslovaquia) .....	25
<b>Ecuación 39:</b> Según Safranete (Alemania) .....	25
<b>Ecuación 40:</b> Según Einwachter (Alemania) .....	25
<b>Ecuación 41:</b> Según Chertuso (Rusia) .....	25
<b>Ecuación 42:</b> Numero de Bloques o dientes de descarga .....	26
<b>Ecuación 43:</b> Longitud del Empedrado .....	27
<b>Ecuación 44:</b> Espesor del enrocado .....	27
<b>Ecuación 45:</b> Longitud del Solado delantero .....	27
<b>Ecuación 46:</b> Longitud compensada del barraje .....	29
<b>Ecuación 47:</b> Supresión .....	29
<b>Ecuación 48:</b> Supresión en un punto específico .....	30
<b>Ecuación 49:</b> Espesor de la losa Poza de Disipación ( $e_p$ ) .....	30
<b>Ecuación 50:</b> Borde Libre aguas arriba de la bocatoma .....	31
<b>Ecuación 51:</b> Borde libre para aguas abajo del Barraje .....	31
<b>Ecuación 52:</b> Evapotranspiración del Cultivo ..... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	33
<b>Ecuación 53:</b> Radiación solar Incidente.....	33
<b>Ecuación 54:</b> factor de generación.....	34
<b>Ecuación 55:</b> Formula de Weibull .....	34
<b>Ecuación 56:</b> Precipitación Efectiva .....	34
<b>Ecuación 57:</b> Caudal Máximo Promedio .....	35
<b>Ecuación 58:</b> Caudal Máximo Promedio .....	35

## II. RESUMEN

Proyecto se desarrolló con el objetivo de realizar el rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará con fines de riego para los sectores Purhuay – Ampu – Marcará – Carhuaz – Áncash – 2020, para el cual se tiene como objetivos específicos determinar el estudio topográfico, agronómico, caudales máximos y parámetros hidráulicos de la bocatoma, a necesidad de resolver estos objetivos se aplicó la metodología correspondiente de obtención de los datos topográficos, caudal de diseño a partir de los datos de las estaciones meteorológicas más cercanos y caudal máximo con la ecuación de regionalización de avenidas máximos instantáneos para la cuenca rio Santa descrito por (Abelardo, 2011). Los resultados obtenidos son: Ancho promedio del cauce  $B = 20.00$  m., pendiente del cauce  $S = 4.06$  %., profundidad de cauce  $2742.00$  m.s.n.m., un área de  $240.00$  ha. de terreno cultivable, caudal de demanda  $Q_d = 0.153$  m<sup>3</sup>/s. para el mes más crítico y la oferta hídrica del rio Marcará disponible es de  $Q = 0.155$  m<sup>3</sup>/s., el caudal máximo obtenido para la microcuenca  $Q_{m\acute{a}x.} = 65.389$  m<sup>3</sup>/s. A partir de estos resultados y datos obtenidos se diseñó los parámetros hidráulicos de la bocatoma determinando una ventana de captación de  $V_c = 0.80$  m. x  $0.30$  m., una compuerta móvil de  $L_{bm.} = 3.00$  m. x  $3.00$  m., un barraje fijo de  $L_{bf} = 16.20$  m. con perfil de vertederos estándar WES con altura de pantalla  $P = 1.20$ m., una longitud de poza de amortiguación  $L_p = 10.50$  m. siendo un total de longitud de disipación  $L_{pd} = 11.65$  m. y espesor de losa  $e = 0.80$  m., longitud de enrocado o RIP-RAP  $L_e = 9.00$  m. y espesor de piedra  $e = 0.80$  m., una longitud de solado delantero  $L_s = 4.80$  m. y las alturas de los muros de encausamiento  $H_1=2.70$  m. y  $H_2=1.80$  m. aguas arriba y abajo respectivamente, dichos resultados del proyecto demuestran que son fundamentales para satisfacer el déficit hídrico de los 240 has. de área de terreno.



## ABSTRACT

*The project was developed with the objective of carrying out the hydraulic redesign of the Allpa Rumi intake on the Marcará river for irrigation purposes for the Purhuay - Ampu - Marcará - Carhuaz - Áncash - 2020 sectors, for which the objectives are to determine the topographic study, the agronomic study, maximum flows and hydraulic parameters of the intake, in order to solve these objectives, the corresponding methodology was applied to obtain the topographic data, design flow from the data of the nearest meteorological stations and maximum flow with the instantaneous maximum flood regionalization equation for the Santa river basin described by (Abelardo, 2011). The results obtained are: average width of the channel  $B = 20.00$  m., slope of the channel  $S = 4.06$  %, depth of channel  $2742.00$  m.s.n.m., an area of  $240.00$  ha. of arable land, demand flow  $Q_d = 0.153$  m<sup>3</sup>/s. for the most critical month and the available water supply of the Marcará river is  $Q = 0.155$  m<sup>3</sup>/s., the maximum flow obtained for the  $Q_{max}$  micro-basin. =  $65.389$  m<sup>3</sup>/s. Based on these results and data obtained, the hydraulic parameters of the intake were designed, determining a catchment window of  $V_c = 0.80$  m. x  $0.30$  m., a mobile gate of  $L_{bm} = 3.00$  m. x  $3.00$  m., a fixed boom of  $L_{bf} = 16.20$  m. with standard WES weir profile with screen height  $P = 1.20$  m., a damping pond length  $L_p = 10.50$  m. being a total length of dissipation  $L_{pd} = 11.65$  m. and slab thickness  $e = 0.80$  m., length of rockfill or RIP-RAP  $L_e = 9.00$  m. and stone thickness  $e = 0.80$  m., a length of the front flooring  $L_s = 4.80$  m. and the heights of the channeling walls  $H_1 = 2.70$  m. and  $H_2 = 1.80$  m. upstream and downstream respectively, said project results show that they are essential to cover the water needs of the 240 hectares. of cultivation area.*

### III. INTRODUCCION

#### 3.1 Planteamiento y formulación del problema

Según Jáuregui (2019) menciona que, muchos sistemas de riego de nuestra región y nuestro país hay estructuras que evidencian ineficiencias en su funcionamiento debido a la utilización de una toma que fue construido para otros fines, es decir, por falta de una bocatoma que este diseñado con respecto a la necesidad hídrica y diseño técnico que debe ostentar todo sistema de irrigación, esto tiene consecuencias de producción en parte agrícola, ya que genera problemas en el déficit de agua perdiendo el cultivo, aún más en muchas zonas agrícola de la zona sierra del país.

Una muestra clara se evidencia en el sistema de irrigación de los sectores Purhuay – Ampu – Marcará – Carhuaz – Áncash. Que, al momento de realizar el proyecto, no tuvieron en cuenta la construcción de una bocatoma con un diseño adecuado y requerimiento hídrico que debe ostentar todo proyecto de irrigación. Por lo que no tuvieron más opción que utilizar la bocatoma existente en el río Marcará, localizado en el distrito de Marcará – Carhuaz – Áncash, que fue construido con fines de captar agua para piscigranja (ver Figura 1). Esto en la actualidad está ocasionando problemas en la cantidad de agua captada, siendo de menor cantidad a la necesitada por los agricultores restringiendo ampliar el área agrícola.

Además, de acuerdo a la información obtenida a partir de la Municipalidad Distrital de Marcará la bocatoma existente, es una infraestructura que ya cumplió su vida útil. Además, se observa que se encuentra deteriorada debido al abandono y falta de mantenimiento (ver Figura 2), esto hace que se produzca el ingreso incontrolado de sedimentos ocasionando graves problemas en la estructura hidráulica además de disminuir la sección útil del canal disminuyendo el caudal de riego en los sectores Purhuay – Ampu – Marcará – Carhuaz – Áncash, así mismo se realiza el diagnostico en campo para obtener las dimensiones importantes de la bocatoma existente (Ver Figura 3)

Por lo tanto, debido a la problemática planteada, es de suma urgencia proponer el rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará, que responda a un diseño técnico, con fines de riego para los sectores Purhuay – AMPU – MARCARÁ – CARHUAZ – ÁNCASH.

**Figura 1** Bocatoma Allpa Rumi existente en el río Marcará.



*Dato:* Deterioro de los componentes que conforman la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará debido al abandono y falta de mantenimiento e invasión de los márgenes por los pobladores maximizando aún más el deterioro.



**Figura 2** Deterioro de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará.



*Dato:* Deterioro de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará debido al abandono y falta de mantenimiento e invasión de los márgenes por los pobladores maximizando aún más el deterioro.

**Tabla 1** Datos de los parámetros hidráulicos de la bocatoma existente

---

**Elementos de la Captación**

Ancho de la Bocatoma  $B=20\text{m}$

Ancho del Barraje Fijo :  $14.40\text{m}$

Ancho de Barraje Móvil:  $L_{bm}=2.00\text{m}$

Numero de barraje móvil  $N_{bm} = 2\text{und}$

Dimensiones de la Ventana de Captación ( $1.40 \times 0.50\text{m}$ )

Altura del Barraje Fijo:  $1.10\text{m}$

**Elementos de La poza de disipación**

Longitud de la poza:  $L_p=11.00\text{m}$

Numero de dados deflectores  $n=8$

Profundidad de la Poza  $r=1.00\text{m}$

### **Longitud del RIP RAP**

Longitud del Enrocado  $Le=8.00\text{m}$

Longitud del Solado delantero  $Ls=5.00\text{m}$

### **Altura del Muro de Encauzamiento**

Muro de encausamiento aguas arriba del barraje  $H1=2.50\text{m}$

Muro de encausamiento aguas abajo del barraje  $H1=1.60\text{m}$

---

## **3.2 Formulación del Problema.**

En base a lo mencionado anteriormente me permitiré responder la siguiente pregunta:

¿Se podrá lograr captar el caudal de demanda que permita mejorar el riego y ampliar el área agrícola al proponer el rediseño de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará?

## **3.3 Justificación**

### **3.3.1 Justificación académica**

Se justifica esta investigación porque nos permitirá aplicar los conocimientos adquiridos en los cursos llevados en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo como:

Topografía I y II,

Hidrología.

Ingeniería de riegos.

Diseño de estructuras hidráulicas I y II.

Hidráulica de canales fluidos, etc.

Los cuales nos permitirán solucionar la problemática planteada al realizar la propuesta de rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará con fines de riego para los sectores Purhuay – Ampu – Marcará – Carhuaz – Áncash.

### **3.3.2 Justificación social**

Se justifica la investigación ya que beneficiará a todos los agricultores de los sectores Purhuay – Ampu – Marcará – Carhuaz – Áncash. El caudal captado por la bocatoma permitirá a los agricultores regar sin inconvenientes el área agrícola utilizado actualmente y ampliar el área agrícola incorporando nuevos terrenos que no tenían oportunidad de riego por la baja conducción de agua de la bocatoma existente.



### 3.4 Objetivos

#### 3.4.1 *Objetivo general*

Rediseñar los parámetros hidráulicos de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará con fines de riego para los sectores Purhuay – Ampu – Marcará – Carhuaz – Áncash – 2020.

#### 3.4.2 *Objetivos específicos*

- Realizar el estudio topográfico para la elaboración de los planos de planta y secciones del cauce.
- Realizar el estudio agronómico para obtener el caudal de derivación o caudal de demanda.
- Determinar el caudales máximo o caudal de oferta.
- Proponer el rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará.

### 3.5 Variables

#### 3.5.1 *Variable independiente*

Datos topográficos

Datos Hidrológicos

Datos meteorológicos

Áreas de demanda agrícola

Coefficiente de cultivos

#### 3.5.2 *Variable dependiente*

Redimensionamiento de la bocatoma para mejorar el sistema de riego.

### 3.6 Hipótesis

Con la propuesta de rediseño de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará se logrará captar el caudal de demanda que permitirá mejorar el riego y ampliar el área agrícola.

## IV. MARCO TEÓRICO.

### 4.1 Antecedentes de investigación

A continuación, se presentan trabajos de tesis similares a lo planteado a nivel internacional, nacional y local.

#### 4.1.1 *Internacional*

Díaz (2015). Análisis de estabilidad y diseño estructural de la bocatoma del P.H. Paso Ancho. Tesis profesional: Universidad Nacional Autónoma de México. En el presente documento el objetivo fue analizar y diseñar la estabilidad de una bocatoma para a el cual se aplicó la metodología de análisis de estabilidad y el diseño estructural de la captación; este análisis se descomponen en los siguientes modelamientos para ello la bocatoma debe percibir en cumplir con las con las condiciones en seguridad para la etapa de construcción operación y mantenimiento, durante este desarrollo se presentan situaciones los cuales serán rediseñados, calculados según criterio y experiencia del diseñador, manuales o reglamentos.

Programa Nacional de Riego (2011). Criterios de Diseño y Construcción de Tomas de Tipo Presa Derivadora. Cochabamba, Bolivia. El objetivo principal de este proyecto es dar como tarea al plantel técnico en diseño de estructuras hidráulicas con la finalidad de plasmar diferentes criterios para realizar un diseño hidráulico de una bocatoma con fines óptimas para su construcción, operación y mantenimiento de los mismos, además de ver las características como ejemplo lo realizado en La Paz y Oruro, Con todo ello busca realizar un diseño de bocatoma optima para su buen funcionamiento y que sea adaptada en cada lugar o zona, como también la cuenca o microcuenca donde se planea a diseñar.

#### 4.1.2 *Nacional*

Jáuregui (2019). Diseño de una Bocatoma en el Río Mayobamba con fines de mejorar el riego Ccecca, Ishua y Huaycahuacho. Tesis profesional: Universidad Nacional Agraria la Molina. Tuvo como objetivo determinar los criterios técnicos para obtener los parámetros hidráulicos con ello diseñar la bocatoma, así mismo el análisis para optar por un tipo de estructura de captación, es por ello que se determina a través de estudio hidráulico y ello aplicado en el rio Mayobamba, para ello los resultados obtenidos fueron: demanda hídrica de 0.5 m<sup>3</sup>/s para un área agrícola bajo riego 750 has, este estudio es determinado para un periodo de retorno de T: Años obteniendo un caudal máximo de 875m<sup>3</sup>/s y un caudal mínimo de 2.5m<sup>3</sup>/s. también los criterios tomados para la selección del tipo de captación es el pendiente promedio de la cuenca 10 % , , como la cantidad de sedimentación según época en la

microcuenca, debido al análisis de poca sedimentación, y poca cantidad de demanda de agua optaron por seleccionar una captación de Tipo Tirolesa o de Fondo, con todo ello garantizando una captación de buen funcionamiento de acuerdo las necesidades y tipologías de la subcuenca en estudio.

Ponce (2015). Diseño Hidráulico de Bocatoma en el Río Chicama, Facalá. Tesis profesional: USMP. Este trabajo de investigación tubo como finalidad determinar y diseñar una estructura hidráulica de una bocatoma en la cuenca Chicama, localidad de Facalá, La Libertad, la metodología se basó en un estudio cuantitativo a partir de determinación del estudio hidrológico que estimará demanda de agua para el proyecto de dicha localidad, este análisis permitirá para un buen diseño hidráulico de la bocatoma, para el diseño de caudal de demanda se consideran en la localidad de Facalá el cultivan maíz, caña de azúcar, alfalfa y espárragos y estos cultivos requieren de alto consumo de agua, por ello se ve necesario realizar un diseño hidráulico para captar agua. Los principales resultados indica que el diseño satisfecerá a una área agrícola de más de 8025.25 Has con un caudal de demanda 13.70 m<sup>3</sup>/s, los componentes obtenidos para el diseños de la bocatoma son directamente obtenidos a partir del caudal de demanda, en cual se tienen como resultados dos ventanas de captación de 3mx1.65m, la altura del barraje fijo es de 2.42m en cual se genera un barraje de perfil tipo Creager, longitud del colchón disipador es de 12.19m, obteniendo un total de la losa de disipación de 19 m. con espesor de solado de 1.6m

Nassi (2018). 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. Tesis profesional: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tuvo como objetivo diseñar y modelar la bocatoma con fines de riego para lo cual se aplicó la metodología modelo numérico Telemac-2D, Se obtuvo en el estudio topográfico una pendiente del cauce de 2%, caudal máximo 155.2 m<sup>3</sup>/s para un T:50 años, el caudal de diseño obtenido a partir del balance hídrico es de 0.99 m<sup>3</sup>/s que beneficiará a una área de terreno cultivable de 1100.71 Ha.

Cunia (2005). Diseño Hidráulico y Estructural de la Bocatoma del Proyecto de Irrigación Avisado - Valle La Conquista. Tesis profesional: Universidad Nacional de San Martín. Este proyecto se realiza con la finalidad de irrigar un área de demandad de 2200 Ha, ubicado en la localidad de Conquista, provincia de Moyobamba, San Martín, esta tesis tiene como finalidad de conocer los parámetros de la bocatoma Avisado según diseñ., para este diseño los datos que se usaran son del proyecto Alto Mayo.

Roger y Leister (2020) Diseño hidráulico de la bocatoma en la quebrada san francisco y estructuras de conducción para el riego por gravedad en el caserío Pampamarca - Santiago de Chuco” Tesis profesional: Universidad Privada Antenor Orrego. Esta investigación tiene como objetivo diseñar los parámetros hidráulicos para la bocatoma en la Quebrada San Francisco y la estructura de la línea de conducción con fines de riego por gravedad para 96.00 has de área de cultivo ubicado a una altitud de 2180 m.s.n.m para el cual la metodología es descriptiva cuantitativa, se realiza levantamiento de información en campo para luego determinar todo los parámetros en gabinete, los resultados obtenidos son: para el mes más crítico siendo este el mes de agosto un módulo de riego 1.44 l/s/he y caudal de demanda de 138 lt/seg. Como resultado obtenido se tiene un barraje de 1:00 m de altura, caudal máximo de 1:00 m<sup>3</sup>/s, ventana de captación de 0.50 m x 0.30 m de altura.

#### **4.1.3 Local**

Gómez (2014). Diseño hidráulico de una bocatoma. Artículo científico: Universidad Nacional de Ingeniería. El presente artículo científico tiene como objetivo el diseño de una bocatoma con barraje fijo ubicado en el rio Pativilca, provincia de Ocros, departamento de Áncash. La metodología que se aplicó para el presente artículo fue determinar con las ecuaciones de los parámetros hidráulicos de la bocatoma y con la ayuda de software Hec-GeoRas y ArcGIS. Para analizar y modelar la inundación que provocará el rio y diseñar el barraje se hizo uso de la información geográfica, a partir de ello se determinaron las dimensiones de los muros de encauzamiento. Así mismo se trabajó con variedad de datos para obtener dichos resultados, los cálculos obtenidos son a partir de la avenida máxima 227.5 m<sup>3</sup>/s y caudal de diseño 2.75 m<sup>3</sup>/s. como resultado la ubicación de la altura de la ventana de captación a partir de los cálculos es 1.80 m. la altura de la ventana de captación de 0.90 m y por último el borde libre de 0.30 m siendo una altura del barraje de 3.00 m. los espesores del colchón en la parte inicial de barraje es 2.42 m y un espesor media de 0.83 m. y por proceso constructivo toman como valores de diseño de 2.40 m para el inicio del barraje y en la parte final un espesor de 0.90 m y por último la longitud de la poza es 16.50m.

Pereda y Quintana (2016). Análisis Funcional y Económico de la Captación de Agua de la Quebrada Maku Mediante una Bocatoma de Barraje Mixto y Bocatoma Tipo Tirolesa en el Distrito de Pira – Huaraz. Tesis profesional: Universidad Privada Antenor Orrego. La presente Tesis de ingeniería tiene como finalidad realizar un análisis funcional y económico de dos tipos de bocatomas que tendrán la misma función, pero con diferentes aspectos de diseño y construcción. La metodología que se aplico es descriptiva cuantitativa y los resultados

obtenidos son La demanda de riego es 60l/s para irrigar a 203 has de terreno y los parámetros hidráulicos más importantes: Ventana de captación de 0.50 \*0.16 m, Longitud de poza disipadora 1.60m con un espesor de 0.45m, caudal máximo de diseño es  $Q_{max.} = 1.00m^3/s$  para T:20años, longitud del cauce 3.26m y un ancho de la compuerta móvil de 0.50m y el costo del proyecto estimado es de S/. 504,787.42. Y finalmente recomienda que si el río lleva demasiada sedimentación es mas favorable plantear una bocatoma mixta con un buen dise

## **4.2 Marco teórico.**

### **4.2.1 Definición de Bocatoma.**

Salas (2004) manifiesta como una estructura hidráulica que servirá para captar y derivar agua de un río, laguna, riachuelo hacia una línea de conducción, para fines de riego, consumo doméstico industrial

Gutiérrez (2014) define bocatoma a una estructura hidráulica construida cerca de una cuenca, río o riachuelo, con la finalidad de captar una determinada cantidad de agua y derivar dicha agua para utilizarlo con fines de riego, energéticos y agua potable y otros, constituye como una obra principal para satisfacer las necesidades hídricas.

### **4.2.2 Bocatoma de captación lateral.**

Según Jáuregui (2019), este modelo de toma realiza o almacena agua para luego captar agua a través de una estructura hidráulico conocida como presa de derivación, el cual esta construcción puede ser móvil o fijo. Será fija cuando esta estructura sea de un material rígido, por lo general de concreto armado, y móvil cuando se utiliza material de acero como compuertas netamente diseñadas. Este tipo de captaciones utiliza como ventana de captación orificios como también vertederos que dependerán más por las características del río.

### **4.2.3 Componentes de una bocatoma de captación lateral.**

Jáuregui (2019) menciona que para diseñar y determinar los componentes de la estructura hidráulica se requiere de informaciones como base fundamentalmente de las condiciones topográficas de la microcuenca o cuenca, condiciones hidráulicas y condiciones hidrológicas, además de la cantidad de aguas a derivar de acuerdo a estudio agronómico.

Rocha (2003) menciona que es conveniente siempre presentar un prototipo de los parámetros importantes de la bocatoma donde se mostrará en la Figura 3, podemos apreciar el esquema típico de una bocatoma de captación lateral.



### **Azud o barrage.**

Ponce (2015) indica que es una estructura hidráulica que servirá para derivar agua y que su instalación será transversal al flujo del río, dicha infraestructura tendrá la función de aumentar el nivel del agua del río, a partir de ello se podrá captar y garantizar el buen funcionamiento de la bocatoma para captar agua necesaria en tiempos de sequía y en tiempos de precipitaciones.

Salas (2004) manifiesta que es una estructura generalmente de concreto armada que retendrá el flujo del agua y obligará a derivar a la línea de conducción. En tiempo de avenidas y el aumento de agua pasará por encima del barrage ya que esto funcionará como vertedero. Este barrage que tiene la misma función de barrage fijo se conoce también a azud. Ya que en épocas de crecimiento hay una estructura en la mitad para regular el caudal que pasa. Una de esta llamada como compuerta móvil que dejará el paso del caudal de agua para su futura inspección o reparación. Asimismo, el barrage debe ser seguro a:

Al deslizamiento y volteo.

Al sifonamiento y filtraciones.

La socavación.

Para determinar estos parámetros es necesario conocer la longitud de cauce para ello se determina con las ecuaciones descrita por (*USBR, US Army Corp. Of engineers* citado en Montaña, 2009, p.43).

Método de BLENCH

$$B = 1.81 * \frac{\sqrt{Q * F_b}}{F_s}$$

*Ecuación 1: Método de BLENCH*

Donde:

Fd: Facto de Fondo se saca datos de la Tabla 04

Fs: Factor de orilla, también se obtiene de la Tabla 04

Método de PETTIT

$$B = 2.45 * Q^{0.5}$$

*Ecuación 2: Método de PETTIT*

Donde:

Q: Caudal Máximo

Método de ALTUNIN

$$B = A * \frac{Q^{0.5}}{S^{0.2}}$$

*Ecuación 3: Método de ALTUNIN*

Donde:

A: Parámetro que caracteriza el río, este dato se obtiene de la Tabla 11

Q: Caudal máximo m<sup>3</sup>/s

S: Pendiente del cauce, estos datos se determinan a través del estudio topográfico realizado.

Método de PETTIS

$$B = 4.44 * Q^{0.5}$$

*Ecuación 4: Método de PETTIS*

Donde:

Q: Caudal máximo m<sup>3</sup>/s

Método de SIMONS Y HENDERSON

$$B = K_1 * Q^{0.5}$$

*Ecuación 5: Método de SIMONS Y HENDERSON*

Donde:

Q: Caudal máximo m<sup>3</sup>/s

K<sub>1</sub>: Coeficiente que se determina de la tabla 06.

Roger y Leister (2020) indican que los parámetros hidráulicos del río se determina a partir de la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

*Ecuación 6: Manning*

Donde:

Q: Caudal máximo m<sup>3</sup>/s

A: área de la sección transversal

n: coeficiente de Manning (Se calculará por método de Cowan)

R: Radio Hidráulico

S: Pendiente del Río

Yn: Tirante normal del Río

P: Perímetro mojado

B: Ancho del Río

Se debe determinar el tipo de régimen del Flujo, esto se obtiene del Número de Froude.

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * D}}, D = \frac{A}{T}, T = b + 2Z * Yn$$

*Ecuación 7: Régimen del Flujo*

Donde:

Fr: Número de Froude

V: Velocidad promedio del cauce del río m/s

g: aceleración de la gravedad 9.81m/s<sup>2</sup>

D: Profundidad Hidráulica

T: Espejo de Agua

Por último, indican para determinar coeficiente de Rugosidad (n) del río aplicaremos el método de Cowan.

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

*Ecuación 8: Método de Cowan*

Donde: En esta expresión, el valor del coeficiente de rugosidad de Manning “n” se determina de la Tabla 13.

Longitud del Barraje Fijo y barraje móvil: Teniendo la longitud del cauce se determina las longitudes del barraje a partir de la relación de la siguiente formula y la figura 03:

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

*Ecuación 9: Relación de Barraje Fijo y móvil*

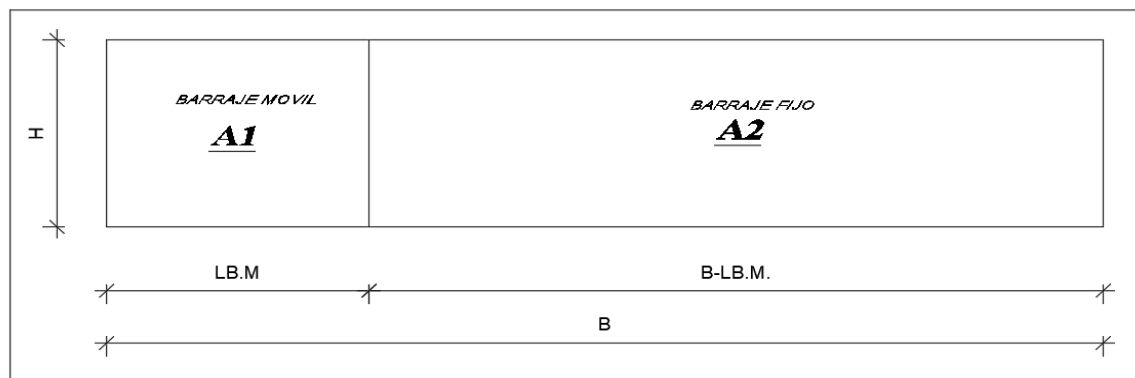
Donde:

LB.M: Longitud de Barraje móvil

B: Ancho del cauce del río

**Figura 3**

*Relación de áreas del barrage móvil y fijo.*



*Dato:* conociendo “B” y relación de áreas se obtendrá distancia de cada barrage, esta figura se obtiene de manual de diseño hidráulico II UNASAM (2020).

Posterior a ello se determina que la longitud del barrage móvil se recalcula con la ecuación:

$$LB.M = \frac{(B - N^{\circ}PILAS)}{10 + N^{\circ}COMPUERTAS}$$

*Ecuación 10: Longitud de Barraje Móvil*

Y Como resultado final para la longitud de barrage móvil buscaremos una compuerta electromecánica comercial.

Pre Dimensionamiento del espesor del pilar

$$e = \frac{Lc}{4}$$

*Ecuación 11: Espesor del Pilar*

Donde:

e: espesor del pilar

Lc: Longitud de la compuerta

### **Ventana de captación.**

Según Gutiérrez (2014) es la estructura o construcción que se ubica en el margen del río aguas arriba y tiene principal función de captar las aguas para luego derivar a un canal para su conducción; consta de un orificio o vertedero de rejillas con material de acero inoxidable y compuertas de regulación.

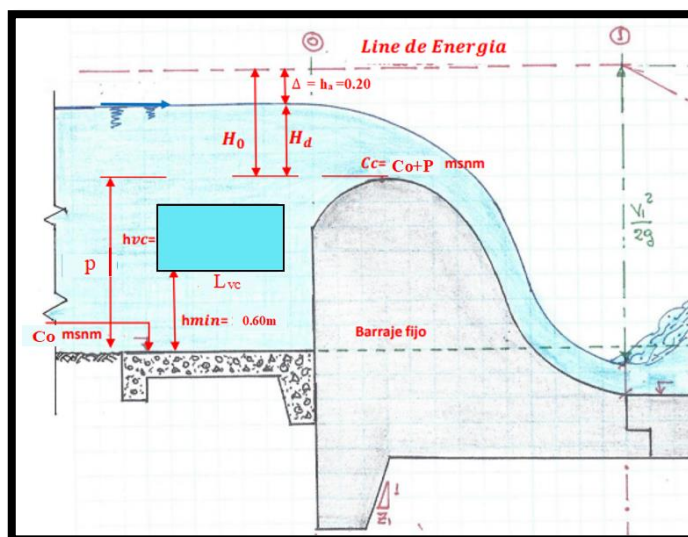
Ponce (2015) manifiesta que la bocatoma mixta se realiza a partir de la ventana de captación ya que esto se encuentra a 0.60 m como altura mínima del piso terminado del barrage

móvil. Las dimensiones de la venta de captación son calculadas a partir del caudal de diseño y las condiciones de financiamiento, Asimismo, es un orificio con rejas para su protección que no permitirá el ingreso restos de materiales que pueden obstruir el correcto ingreso del agua, dicha rejilla es vertical o ligeramente inclinada, debido a ello el umbral de la reja se suministra a una altura adecuada a partir del fondo del río.

Según Salas (2004) la ventana de captación está diseñado para derivar un determinado caudal, por la cual esta ventana tiene que estar protegido con una reja de entrada el cual es una estructura que limita el ingreso de materiales que obstruyan el ingreso permanente del agua. Para esto el diseño de la es muy importante y a una adecuada altura a partir del piso terminado de la ventana de captación y el espaciamiento de los barrotes como mínimo en el diseño es 20 cm. Además de esto siempre habrá materiales que pasan al otro lado de la reja es por ello que la estructura también contará con un desripiador que servirá para atrapar todo el material que no fue atrapada por la rejilla. El desripiador debe estar conectado a una compuesta que conduce al río a partir de ello se tomara como un desarenador en cual se limpiará de acuerdo a la sedimentaciones almacenadas.

los parámetros se calculan directamente con la fórmula de descarga mencionado en Diseño de Bocatomas UNI-FIC (Mansen, p. 40-47).

**Figura 4** Perfil del barraje fijo y la ventana de Captación



Dato: Dato: elaboración propia obtenido de: (USBR, US Army Corp. Of engineers citado en Montaña, 2009)

$$Q_d = C * L * h_{vc}^{\frac{3}{2}}$$

**Ecuación 12:** Caudal de descarga de orificios

Donde:

$Q_d$ : caudal de diseño o demanda

C: Coeficiente de descarga se toma 1.80

$h_{vc}$ : altura del orificio (ventana de captación)

Cálculo de Cota de la cresta de descarga ( $C_c$ ), se calculará directamente con la ecuación.

$$C_c = C_o + h_{min} + h_{vc} + \Delta$$

*Ecuación 13: Cota de la cresta*

Donde:

$C_c$ : Cota de la cresta del cimacio

$C_o$ : msnm cota del fondo de la rasante del río

$h_{min}$ : Altura mínima del alfeizer de la ventana de captación para evitar el ingreso de los sedimentos, mínimo es de 0.60m

$h_{vc}$ : Altura de la ventana de captación

$\Delta$ : 0.20m, pérdida por oleaje, cambio de dirección, etc.

Cálculo de la altura del barraje fijo ( $P$ ), se calculará directamente con la ecuación.

$$P = C_c - C_o$$

*Ecuación 14: Altura del barraje Fijo*

Donde:

$C_c$ : msnm Cota de la cresta del cimacio

$C_o$ : msnm cota del fondo de la rasante del río.

### **Descarga en el cimacio y compuerta.**

Montaño (2009) indica que el Caudal de descarga se calcula directamente con la fórmula de descarga de orificios rectangulares.

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

*Ecuación 15: Caudal de descarga del Barraje Fijo*

Donde:

$Q_c$ : Descarga en el cimacio (Caudal de barraje Fijo)

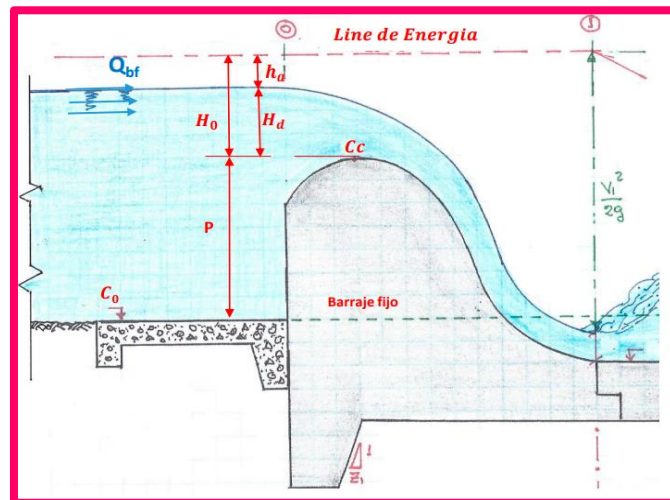
$C_o$ : Coeficiente de descarga, se calculará de las tablas

L: Longitud efectiva de la cresta del cimacio

$H_o$ : Descarga total sobre la cresta, incluido el “ $h_a$ ” fig. 05

g: aceleración de la gravedad.

**Figura 5** Perfil del barraje fijo y las líneas de energía



*Dato:* elaboración propia obtenido de: (USBR, US Army Corp. Of engineers citado en Montaño, 2009)

Calcularemos Longitud efectiva de la cresta del barraje fijo (L).

$$L = L_r - 2(N * k_p + K_a) * H_o$$

**Ecuación 16:** Longitud efectiva de la cresta del barraje fijo

Donde:

L= Longitud efectiva de la cresta

Lr = Longitud bruta de la cresta

N =Numero de pilares que atraviesa el aliviadero (N = 0.00)

Kp= Coef.de contracción del pilar (Kp:0.00, no hay pilar)

Ka = Coeficiente de contracción de estribos (Ka: 0.0, no hay pilar)

Ho = Carga sobre la cresta (se asume un valor de Ho = 1.00,)

Cálculo del coeficiente de descarga variable para la cresta del cimacio sin control.

$$C = C_o + C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

**Ecuación 17:** Coeficiente de descarga variable para la cresta

Donde:

Co: Por efecto de la profundidad de llegada (tabla 14)

C1: Coeficiente de Afectación para cargas diferentes a la del Proyecto (tabla 15)

C2: Coeficiente de Afectación por inclinación del paramento del Talud (tabla 16)

C3: Coeficiente de Afectación por efecto del lavado aguas abajo (tabla 17)

C4: Coeficiente de Afectación por sumersión (tabla 18)

Caudal de descarga por barraje móvil (Qbm), se determinará haciendo los mismos pasos y las tablas para el cálculo del caudal de barraje fijo en la siguiente ecuación N° (18)



Cálculo del caudal final, para comprobaremos que el caudal final será de la siguiente manera.

$$Q_{\max} = Q_{bf} + Q_{bm}$$

**Ecuación 18:** Sumatoria de Caudal de Barraje Fijo más Caudal de Barraje Móvil

donde:

$Q_{\max}$ : caudal máximo de diseño

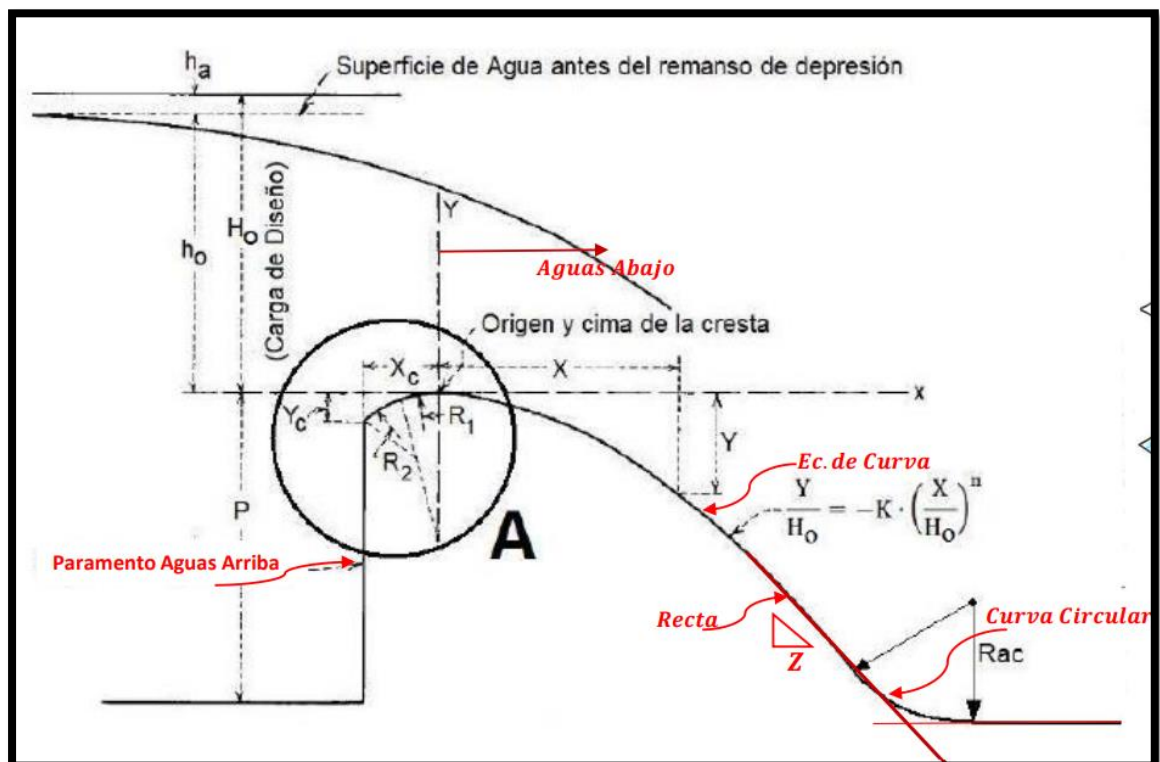
$Q_{bf}$ : caudal barraje fijo o cimacio

$Q_{bm}$ : Caudal barraje móvil

### Obtención del perfil tipo estándar WES:

Montaño (2009) indica como se muestra en la figura 6 y 7 la forma ideal del vertedero para obtener optimas descargas.

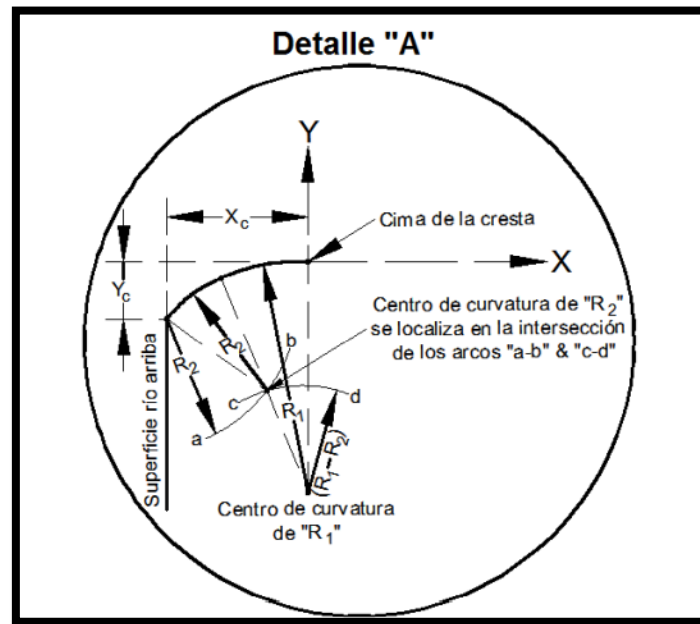
**Figura 6** Elemento del vertedero Perfil tipo estándar WES



*Dato:* Perfil donde se describe los parámetros a calcular, descrito por (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaño,2009)



**Figura 7** Detalle de la cresta del perfil Estándar Wes



*Dato:* Perfil donde se describe los parámetros a calcular, descrito por (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

Para obtener los Valores de  $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $R_1$  y  $R_2$ , se requiere calcular la altura de velocidad de aproximación ( $h_a$ ) de la siguiente ecuación.

$$h_a = \frac{V_a^2}{2 * g}; \quad V_a = \frac{Q_{bf}}{L_{bf} * (P + H_o)}$$

**Ecuación 19:** Altura de la Velocidad de Aproximación

Donde:

$h_a$ : altura de velocidad de aproximación

$V_a$ : velocidad de aproximación

$Q_{bf}$ : caudal del barraje fijo

$L_{bf}$ : Longitud del barraje fijo

$P$ : altura del barraje o vertedero

$H_o$ : carga total sobre la cresta

Posterior a ello se calcula la relación de  $h_a/H_o$  para luego buscar los valores de  $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $R_1$  y  $R_2$  a partir de la Tabla N°19

Calculamos los valores para diseñar la curva del cimacio con la siguiente Ecuación general de la curva aguas abajo del perfil Cimacio.

$$\frac{Y}{H_o} = -k * \left(\frac{x}{H_o}\right)^n$$

**Ecuación 20:** Ecuación general de la curva aguas abajo del perfil Cimacio

Donde:

Ho: carga total sobre la cresta

Y: variable dependiente de la función de la curva

X: Variable independiente de la función

K: Constantes de la Tabla N° 12:

n: Constante de la Tabla N° 13:

Calculamos del punto tangente (Xt , Yt) y la recta tangente con talud Z. (Z recomendable 0.6 – 0.8)

Derivaremos la ecuación:

$$\frac{dy}{dx} = f * n * X^{n-1}$$

*Ecuación 21: Derivada de la ecuación general de la curva*

Donde:

f : constante a partir de la derivada de (-k\*Ho)

Del grafico sabemos que:

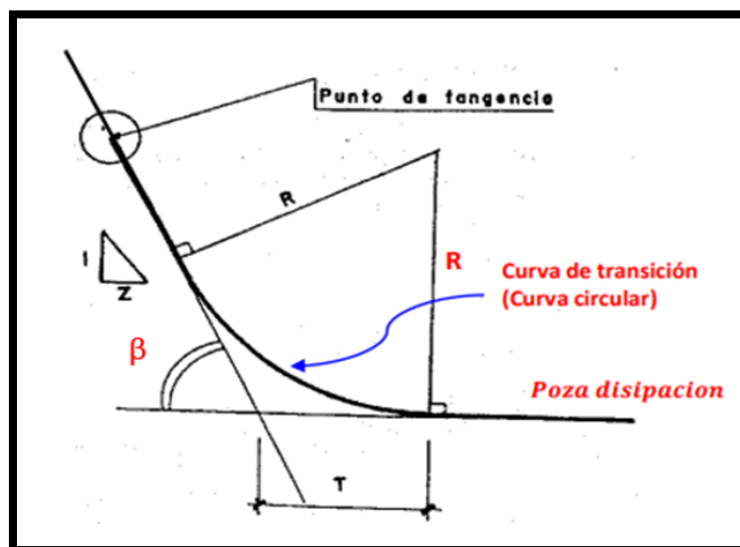
$$\frac{dy}{dx} = \text{tang} \left( \frac{1}{Z} \right)$$

*Ecuación 22: Punto Tangencia de la curva*

Igualando las ecuaciones se obtendrá las coordenadas de tangente en la parábola (Xt, Yt)

Calculamos del Angulo ( $\beta$ ) , (T) y (R) A partir del grafico analizaremos:

**Figura 8** Curva de transición para el cálculo de ( $\beta$ ) , (T) y (R)



*Dato:* Buscaremos relaciones geométricas, descrito por (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

Del gráfico.

$$\beta = \text{tang} \left( \frac{1}{Z} \right) \quad \text{y} \quad T = R + \tan \left( \frac{\beta}{2} \right)$$

*Ecuación 23: Cálculo del Angulo  $\beta$*

Donde:

R= Radio de la curva circular

Z= Talud de la recta tangente (este valor de Z se asigna)

$\beta$ = Angulo que forma la recta tangente con la horizontal de la poza de disipación

Ahora calcularemos R, Para ello se sabe las consideraciones:

$$R = 0.5 * (h_d) \text{ a } 2 * (h_d); \quad h_d = H_o - h_a$$

*Ecuación 24: Radio de la Curva circular del perfil Wes*

Para Realizar el trazo del perfil estándar WES con la solera, se recomienda emplear:

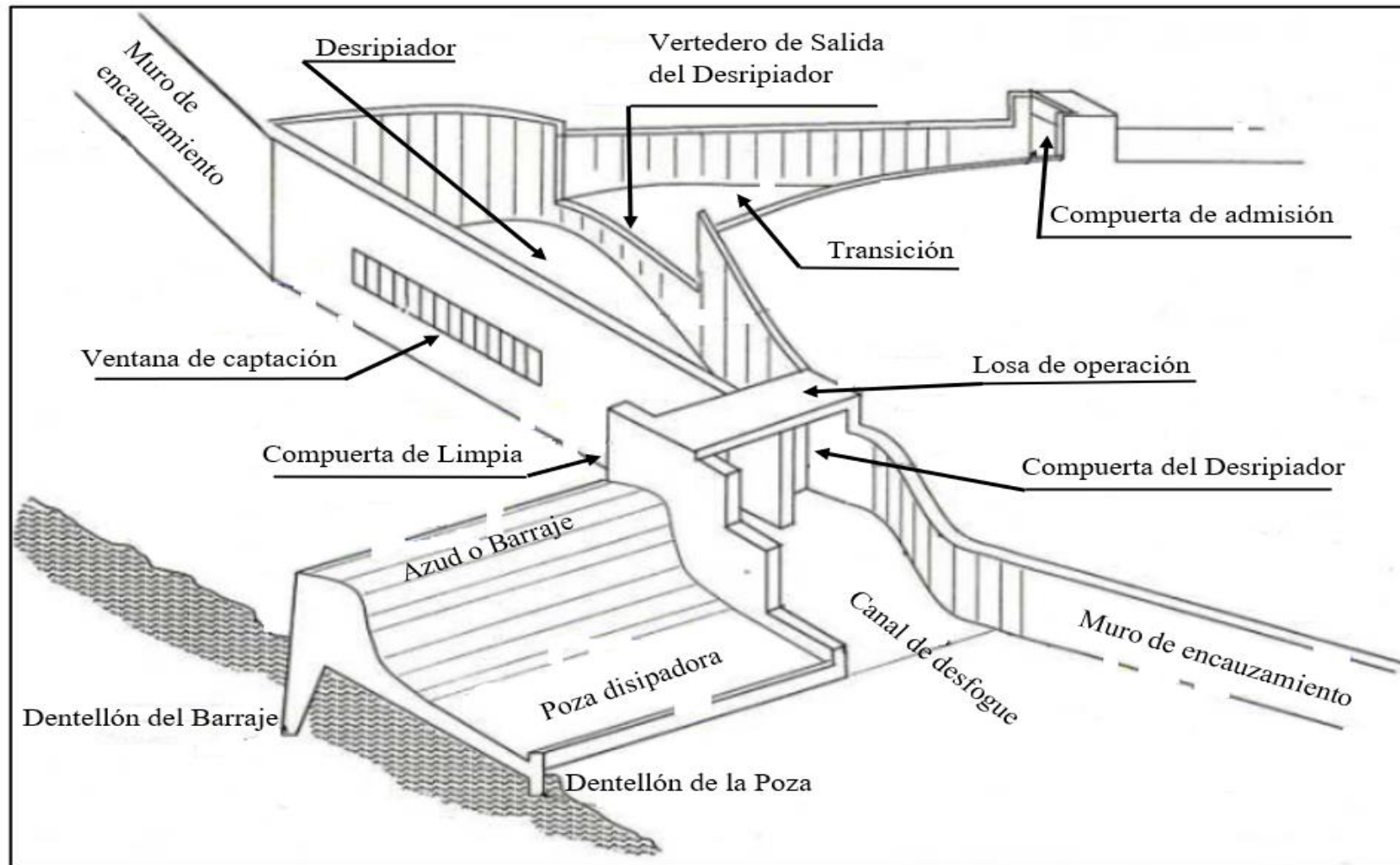
$$\frac{P^*}{H_o} \leq 19, \text{ considerando } P^* = P$$

Usaremos la siguiente ecuación para tener R calculado-

$$\frac{R}{H_o} = 1 + 0.25 * \frac{P^*}{H_o} - 0.0004 * \left( \frac{P^*}{H_o} \right)^{2.5}$$

*Ecuación 25: Relación de Radio Calculado*

**Figura 9** Esquema de una Bocatoma de captación lateral.



*Dato:* Esquema de bocatoma de captación lateral Tomado de (Jáuregui, 2019, p. 9.)

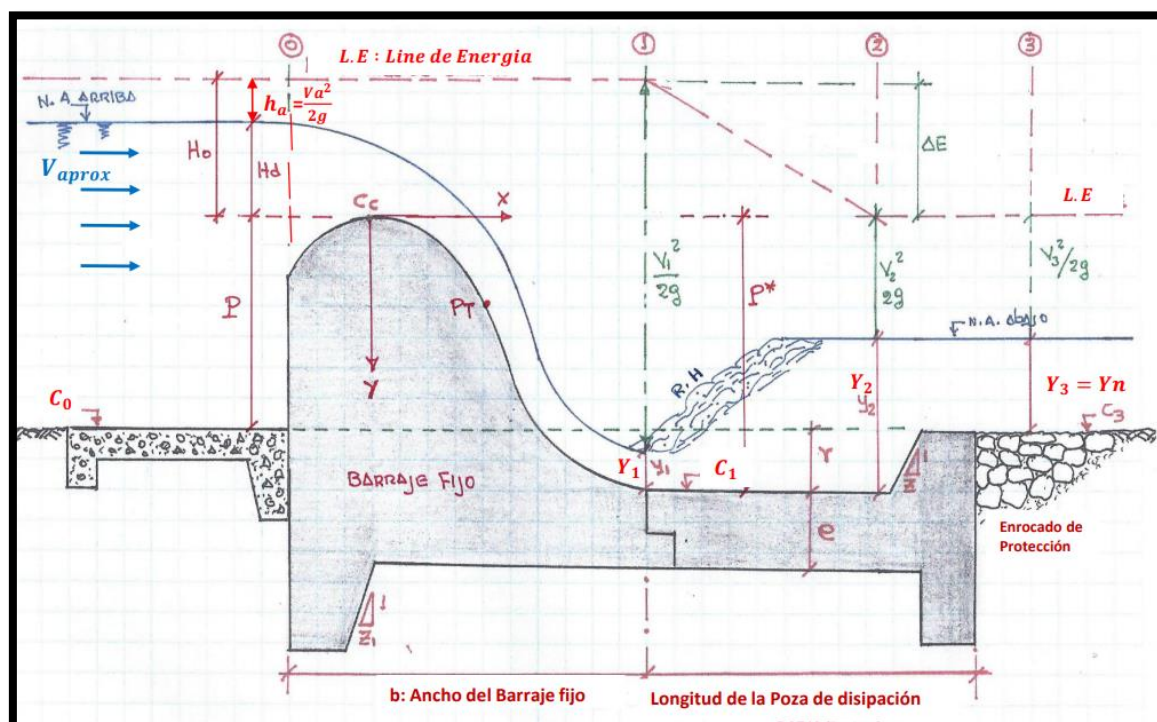
### Colchón disipador.

Según Ponce (2015) sirve para disipar el caudal que pasa con mucha energía al cauce, esto servirá para evitar erosiones en la estructura hidráulica de la bocatoma mixta.

Jáuregui (2019) manifiesta que es la infraestructura más general de disipación de energía que permitirá matar energía convirtiendo un flujo super crítico a sub crítico. Esta conversión del flujo super y sub crítico se dará a partir del resalto hidráulico, así mismo indica que estos resaltos han sido analizados por los investigadores Rajaratman en 1967 y Hager, Bremen y Kawagoshi en 1990.

Montaño (2009) indica para el calcular de la posa amortiguador como elemento disipador y con los procedimientos siguientes:

**Figura 10** Niveles de energía en el salto hidráulico en la poza de disipación



Dato: elaboración propia obtenido de: (USBR, US Army Corp. Of engineers citado en Montaño, 2009)

De la figura planteamos:

$$E_0 = E_1 + Hf_{01}$$

*Ecuación 26: Energía en el Punto (0)*

$$E_0 = C_c + P + h_d + \frac{V_a^2}{2g}$$

*Ecuación 27: Bernoulli*

Por Bernoulli tenemos la energía en el punto (1)  $E_1$

$$E_1 = C_1 + Y_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

**Ecuación 28:** Energía en el Punto (1)

Reemplazando (42) y (41) en (40) y posteriormente despejando  $V_1$  tenemos:

$$V_1 = \left[ 2g \left( C_0 - C_1 + P + H_d - Y_1 + \frac{V_a^2}{2g} - H_{f_{01}} \right) \right]^{1/2}$$

**Ecuación 29:** Velocidad al pie del barrage

Donde:

$C_0$ : Cota de fondo del río en el punto 0 (msnm)

$C_1$ : Cota del colchón disipador (msnm)

$P$ : Altura del Barraje (m)

$h_d$ : Altura de lámina de agua vertiente sobre el Barraje (m)

$Y_1$ : Tirante del río al pie del azud (m)

$H_{f_{01}}$ : Perdida por fricción entre los puntos 0 y 1 (m)

$V_a$ : Velocidad en la cresta del barrage (m/s)

$V_1$ : Velocidad al pie del barrage (m/s)

$r$ : Profundidad del colchón

$g$ : Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Para resolver la ecuación (42) Es necesario asumir ciertos valores, tales como:

$$r = C_0 - C_1$$

**Ecuación 30:** Profundidad de la poza de Disipación

$$H_{f_{01}} = 0.1 \frac{V_a^2}{2g}$$

**Ecuación 31:** Perdida de Carga

$$Y_1 \geq 0.1\text{m (mínimo)}$$

Reemplazando la ec. (43) y (44) en (42) obtenemos:

$$V_1 = \left[ 2g \left( r + P + H_d - Y_1 + 0.9 \frac{V_a^2}{2g} \right) \right]^{1/2}$$

**Ecuación 32:** Velocidad aguas abajo teórico

Esta ecuación calcularemos por tanteo y luego comprobamos que se cumpla:



$$V_1 = \frac{Q_{bf}}{A_1} = \frac{Q_{bf}}{L_{bf} * Y_1} = \frac{q_{bf}}{Y_1}$$

*Ecuación 33: Velocidad de aguas abajo en barrage Fijo*

El procedimiento es como sigue si  $Y_1$  obtenido es muy cercano al  $Y_1$  supuesto en la expresión será el valor de  $Y_1$  si es diferente se asume otro valor de  $Y_1$  hasta que se cumpla  $Y_1$ .

El Cálculo de  $Y_1$  es por tanteos.

Calculado  $Y_1$  se prosigue al siguiente paso a calcular  $Y_2$  y se calcula En función a la  $V_1$ :

$$Y_2 = -\frac{Y_1}{2} + \left( \sqrt{\frac{Y_1^2}{4} + \frac{2V_1^2 * Y_1}{g}} \right)$$

*Ecuación 34: Tirante  $Y_2$*

Y como ultimo tenemos el cálculo de  $Y_3$ , que será nada menos que:

$$Y_3 = Y_2 - r$$

*Ecuación 35: Tirante  $Y_3$*

Selección de tipo de poza de disipación:

De acuerdo a la clasificación del *U.S. Bureau of Reclamation* citado en: (Montaño, 2009) se pueden clasificar en:

TIPO I: Estanques amortiguadores con pendientes pronunciadas para número de Froude:  $2.5 \leq Fr_1 \leq 4.5$

TIPO II: Pequeñas estanques amortiguadores para estructuras de canal, pequeñas estructuras de salida, vertederos menores:  $Fr_1 > 4.5$  y  $V_1 \leq 1.5m$

TIPO III: Para estanques amortiguadores para vertederos de presas grandes y de tierra con canales extensos:  $Fr_1 > 4.5$  y  $V_1 > 15m/s$

Calcular el valor de (TA) para la poza de disipación TIPO I con la ecuación:

$$TA = Y_1 * (1.539Fr_1 - 0.471)$$

*Ecuación 36: Tirante de aguas abajo*

Donde:

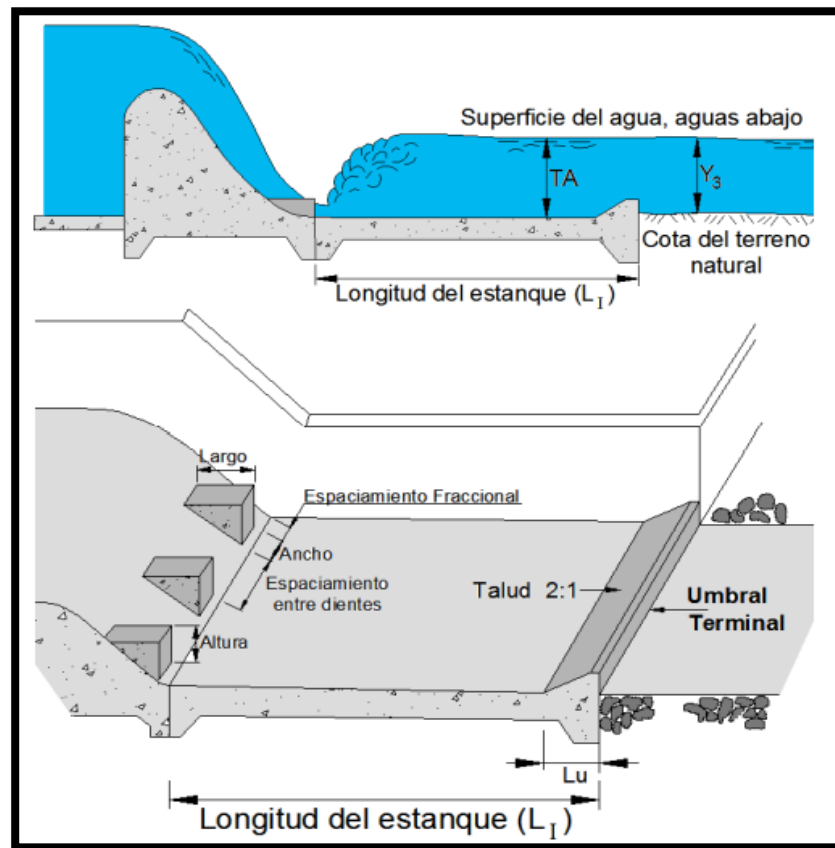
TA = Tirante de agua en la poza de disipación

$$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g * Y_1}}$$

*Ecuación 37: Numero de Froude*



**Figura 11** Esquema de un estanque Tipo I



*Dato:* Estanque de Tipo I (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

longitud de la poza con las siguientes relaciones

Montaña (2009) indica para el cálculo de la longitud de la poza se usan las ecuaciones.

$$L_p = 6 * Y_2 - Y_1$$

**Ecuación 38:** Según Smetana (Checoslovaquia)

$$L_p = 5.9 * Y_2 * Fr_1$$

**Ecuación 39:** Según Safranete (Alemania)

$$L_p = 8.3 * Y_2 * (Fr_1 - 1)$$

**Ecuación 40:** Según Einwachter (Alemania)

$$L_p = 10.3 * Y_2 * (Fr_1 - 1)^{0.81} \quad (54)$$

**Ecuación 41:** Según Chertuso (Rusia)

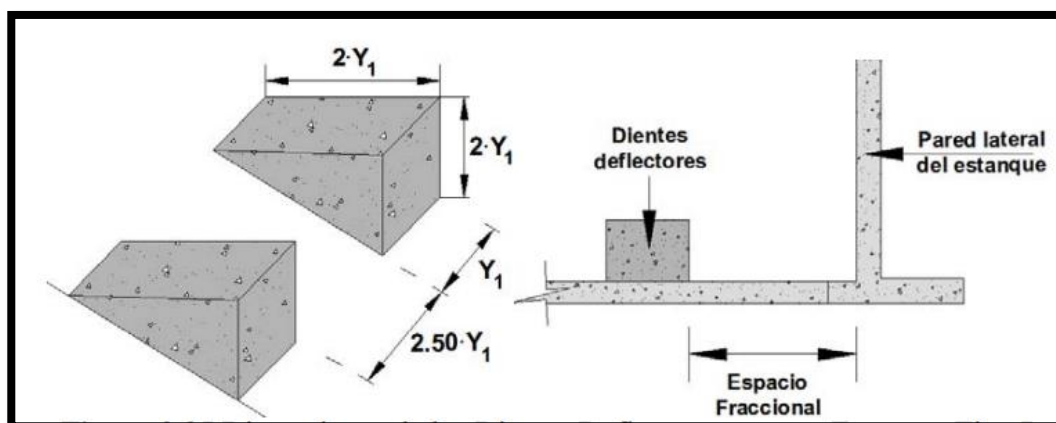
Calcular el número de dientes o bloques de descarga (n) : calculamos con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{(L_{ver} + 2.5Y_1)}{3.5Y_1}$$

**Ecuación 42:** Numero de Bloques o dientes de descarga

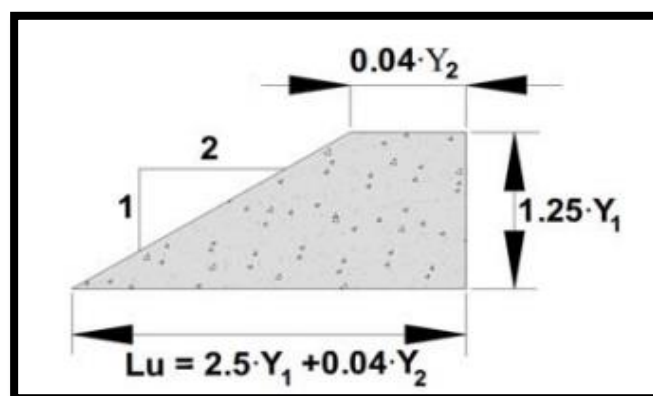
Calcular las dimensiones de los dientes deflectores: calculamos con la siguiente ecuación:

**Figura 12** Dimensiones de los dientes deflectores para un estanque Tipo I



*Dato:* Deflectores para estanque Tipo I (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

**Figura 13** Dimensiones del Umbral Terminal para un Estanque Tipo I



*Dato:* Deflectores para Umbral Terminal Tipo I (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

### Desripiador.

Ponce (2015) menciona que una vez ingresado el caudal por la ventana de captación de la bocatoma, es necesario atrapar todo tipo de material flotante o pesado que a pasado a través de la rejilla; estos restos de solidos se realiza la sedimentación antes de derivar a la línea de

conducción, para obtener este objetivo se realiza un vertedero con la finalidad de bajar la velocidad de flujo y decantar todo el material.

Longitud del empedrado Según W.G.Bligh, es:

$$L_e = C\sqrt{H}(0.642\sqrt{q} - 0.612)$$

*Ecuación 43: Longitud del Empedrado*

Donde:

$$H = (P+H_0)$$

$$q = \frac{Q_{bf}}{L_{bf}} \text{ (m}^3\text{/s/m)}$$

C: Es coeficiente de BLIGH y LANE (tabla 15)

Según W.G.Bligh, el espesor de la roca está dado por:

$$e_r = 0.6\sqrt{q} * \left(\frac{H}{g}\right)^{\frac{1}{4}}$$

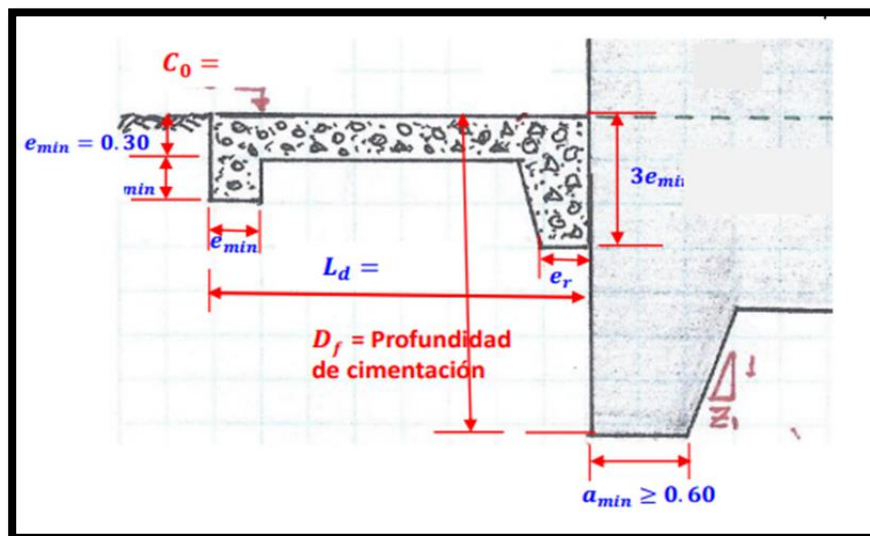
*Ecuación 44: Espesor del enrocado*

Cálculo de la Longitud y espesor del solado Delantero ( $L_d$ ) y espesor losa ( $e_d$ ), El espesor de losa se determinará con la siguiente ecuación, además se considera que  $e_{min} = 0.3m$  como se observa en la fig. 14

$$L_d = 5 * H_0$$

*Ecuación 45: Longitud del Solado delantero*

**Figura 14** Espesores mínimos de la estructura a considerar



*Dato:* Espesores mínimos a considerar, obtenido de: (USBR, US Army Corp. Of engineers citado en Diseños de Estructuras Hidraulicas II. UNASAM, 2021)

Espesor de losa poza de disipación ( $e_p$ ):

Para los cálculos analizaremos la filtración por la estructura barraje y poza de disipación



$L_C$  = Longitud compensada

$SP_i$  = Subpresión en la sección de análisis

$L_{C_i}$  = Longitud compensada hasta la Sección de análisis

Determinación de la longitud compensada  $L_c$ , esto se determina para encontrar y evaluar la supresión.

$$L_C = \sum \frac{L_H}{3} + \sum L_v \geq C_L * H$$

**Ecuación 46:** Longitud compensada del barrage

Donde:

$L_c$ : Distancia de ruptura compensada de la sección transversal del barrage o presa.

$\sum L_H$ : Suma de longitudes horizontales hacen un ángulo menor de 45° con la horizontal

$\sum L_v$ : Suma de longitudes verticales hacen un ángulo mayor de 45° con la horizontal

$C_L$ : Coeficiente de Lane que depende del material del fondo del río (ver Tabla 15)

$H$ : Diferencia de carga hidrostática entre la cresta del barrage y del terminal de la poza de disipación ( $C_c - C_n$ )

La subpresión en diferentes puntos se hallará mediante la siguiente formula:

$$S_p = \gamma * b * C' * \left[ h + h' - \frac{h}{L} (L_x) \right]$$

**Ecuación 47:** Supresión

Donde:

$S_p$ : Subpresión

$\gamma$  : Peso específico del agua

$b$ : ancho de la sección

$C'$ : Coeficiente de la Subpresión (0-1)

$h$  : carga efectiva que produce la filtración ( $h = Y_1 + h_{v1} - Y_2$ )

$h'$ : profundidad de un tramo a analizar con respecto a A ( $h' = r + e$ )

$\frac{h}{L} (L_x)$ : Carga perdida en un recorrido  $L_x$

Espesor de la losa Poza de Disipación ( $e_p$ )

Planteemos que:  $W \geq S_p$

Peso de la losa:  $W = A * e * \gamma_c$

La supresión:

$$S_P = \gamma_{H_2O} * A * S_{Pi}$$

*Ecuación 48: Supresión en un punto específico*

Reemplazando y despejando (4/3 factor de seguridad) tenemos:

$$e = \frac{4}{3} * \frac{S_{pi}}{\gamma_c}$$

*Ecuación 49: Espesor de la losa Poza de Disipación ( $e_p$ )*

### **Canal de limpia o desfogue.**

Según Jáuregui (2019) es una estructura de concreto armado se encuentra al lado de la ventana de captación, teniendo como objetivo eliminar el material sedimentado que hay frente a la venta de captación, al no ser eliminado el material solido puede quedar obstruido y dejar de funcionar el canal de conducción. Además, en tiempos de precipitaciones sirve para verter caudal excedente. También el ingreso de agua a este canal es regulable por un sistema de compuertas móviles.

Ponce (2015) afirma que es la estructura que sirve para eliminar los materiales solidos que lograron decantarse antes de ingresar a la línea de conducción, así como la eliminación material solido que arrastra y se acumula delante de las ventanas de captación.

Para el diseño del canal de limpia se consideran los siguientes criterios.

El canal de limpia debería de ser al menos el doble de las dimensiones de la línea de conducción.

El ancho debería ser la décima parte del barraje fijo  $L_{bm} = L_{bf}/10$

### **Transición de entrada al canal.**

Ponce (2015) menciona que el caudal ingresa por la venta de captación llegando al desripiador, este siendo una estructura tipo transición que irá reduciendo el ancho de acuerdo a la longitud de la base y espejo de agua hasta entregar el flujo de agua al canal principal. Por lo tanto, es necesario esta transición para evitar grandes pérdidas de carga partir de la ventana de captación y el canal de la línea de conducción por cambio brusco de parámetros hidráulicos del canal.

### **Muros de encauzamiento.**

Gutiérrez (2014) indica que el muro tiene como objetivo encauzar el río y la protección de las zonas de influencia que podrían ser inundado por la ejecucion de la bocatoma además



de proteger las estructuras hidráulicas, Los muros se diseñan de acuerdo al estudio de hidráulica fluvial ya sea de concreto armado, muro de gravedad y otros.

Ponce (2015) menciona que son estructuras de concreto armado que encauzaran el caudal del río con la finalidad de obligar a formar las dimensiones del ancho del rio pre establecido como el ancho y el tirante.

El muro se puede construir de diferente material de acuerdo al análisis estructural, la dimensión se basa en cálculos hidráulicos para evitar el desbordamiento a causa del caudal máximo y evitar la socavación de la estructura.

En el diseño del muro de encauzamiento es a partir del tirante máximo y el borde libre, ya que con ello se tendrá una altura final adecuada.

Se considerará para aguas arriba del barraje

$$BL = 0.25 * (P + H_0)$$

*Ecuación 50: Borde Libre aguas arriba de la bocatoma*

Se considerará para aguas abajo del barraje

$$BL = 0.30 * (Y_2)$$

*Ecuación 51: Borde libre para aguas abajo del Barraje*

Por último, para obtener la altura del muro se realizará

$$H_1 = (P + h_d); H_2 = (P + Y_3)$$

Donde:

H1: altura del muro aguas arriba del barraje

H2: Altura del muro aguas abajo a partir del Cn

### **Aliviadero de demasías.**

Ponce (2015) esta estructura servirá para evitar el ingreso de caudal en exceso hacia el canal de derivación por exceso de ingreso de agua por factores naturales o mala operación de la estructura, esto estará ubicado a un extremo del canal en el desarenado o transición de la estructura justo antes del canal de conducción.

### **Escollera.**

Según Gutiérrez (2014), se ubicada, aguas abajo del de la poza de disipación, la escollera tiene como tarea proteger el solado de la socavación que puede ocasionar por el flujo del agua.



#### 4.2.4 Información requerida para el diseño de una bocatoma de tipo convencional.

##### **Ubicación.**

De acuerdo con Arias y Mejía (1992), indica el estudio topográfico es muy importante debido a ello recomienda que el estudio topográfico debería de contar al menos con:

Levantamiento topográfico con curvas de nivel de 500m a 1000m aguas arriba y aguas abajo de la bocatoma.

En la zona de ubicación de la bocatoma, se recomienda un levantar un área de 100 m. x 100 m. a escala 1/500 y 1 metro de desnivel.

Determinación del perfil longitudinal del cauce mínimo 1000.00 m, aguas arriba y abajo a partir del eje de la estructura proyectada.

Secciones transversales del cauce del río a cada 50m. en un tramo comprendido 1000m. aguas arriba y 500m. aguas abajo del eje del barraje; la escala variara entre 1:100 y 1:200

##### **Topografía.**

De acuerdo con Arias y Mejía (1992), indica el estudio topográfico es muy importante debido a ello recomienda que el estudio topográfico debería de contar al menos con:

Levantamiento topográfico a 500m a 1000m aguas arriba y abajo a partir de la estructura proyectada.

En la ubicación del proyecto, se recomienda hacer un levantamiento topográfico de 100 m. x 100 m. a una escala 1/500 y 1 metro de desnivel.

El levantamiento para el perfil longitudinal del río se recomienda 1000m de levantamiento aguas arriba y aguas debajo de la bocatoma proyectada y la sección transversal se recomienda realizar a cada 50m.

##### **Estudio Agronómico.**

Este diseño es parte indispensable de un proyecto de riego ya que tiene varios parámetros importantes como el suelo, clima, los cultivos, la necesidad hídrica en el cultivo, precipitación efectiva, coeficiente del cultivo y el caudal de demanda o diseño.

(Rondan, 2016, como se citó en Fuentes, 2003) Define que el diseño agronómico tiene por objetivo garantizar el suministro de agua en los cultivos en una determinada área, desarrollándose en dos etapas importantes, cálculo de la necesidad de agua y determinación de las características de riego: dosis, frecuencia, tiempo de riego, caudal necesario, etc.

##### **Demanda de agua en los cultivos**

###### **a. Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)**

(Rondan, 2016, como se citó en Doorenbos y Pruitt, 1976) Define que la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ), indicaran datos diferentes según las condiciones del clima en la localidad del proyecto como humedad relativa, radiación solar, temperatura, velocidad del viento, etc, y se lee en mm de lámina de agua por mes o día (mm/mes o mm/día), la ecuación para determinar es:

$$ET_0 = 0.0135(t_{med} + 17.78)R_s$$

*Ecuación 1: Evapotranspiración del Cultivo*

Donde:

$ET_0$  : Evapotranspiración potencial diaria, mm/día

$T_{med}$ : Temperatura media °C

$R_s$  : Radiación solar incidente, convertida en mm/día.

Obtención de la radiación solar incidente ( $R_s$ )

$$R_s = R_0 * KT * (t_{max} - t_{min})^{0.5}$$

*Ecuación 52: Radiación solar Incidente*

Donde:

$R_s$  : Radiación solar Incidente

$R_0$  : Radiación solar Extraterrestre (Tabla 9 )

KT: Coeficiente

$T_{max}$  : Temperatura Máxima

$T_{min}$  : Temperatura Mínima

Los valores de  $R_0$  están tabulados, las temperaturas se obtendrán de datos meteorológicos.

Para evaluar ( $R_0$ ) se utilizó la tabla 03 para una latitud de -9.307 y todos los meses. Esta tabla está en MJulio/m<sup>2</sup>/día, para pasar a mm./día (de agua evaporada) multiplicar por 0.4082.

El coeficiente KT es un coeficiente empírico que se calculará con los datos de la presión atmosférica, Hargreaves (citado en Sanhami, 2015) recomienda el valor de KT medio de 0.176.

Para calcular la demanda de agua se realizan los siguientes pasos:

Se obtienen la información de los cultivos que practican y la cantidad de cada uno de ellos en hectáreas en la zona de proyecto con una autoridad local.

#### **b. Coeficiente de cultivo (Kc)**

(Rondan, 2016, como se citó en Vásquez, 1976) menciona que el coeficiente de cultivo ( $Kc$ ) es el grado de evaporación de agua del suelo por cada cultivo.

El parámetro de  $K_c$  describe los factores de variación creciente o decreciente de las necesidades hídricas que requiere la planta en la etapa de desarrollo desde la siembra hasta la cosecha. Los cultivos generalmente tienen 4 fases, que están compuestas por inicial, desarrollo, media y maduración.

### c. Precipitación efectiva ( $P_e$ )

(Rondan, 2016, como se citó en Vásquez, 1976), define como: es la fracción o una parte de las precipitaciones totales de agua que durante el proceso de almacenamiento o aprovechamiento de agua para satisfacer los requerimientos del cultivo ya que el resto se pierde por percolación profunda, escorrentía o evaporación. Para determinar el cálculo se realiza los siguientes pasos:

Como primer paso realizamos el cálculo de la precipitación media anual de las 03 estaciones.

Segundo generamos una regresión lineal en función a las altitudes ( $h$ ) para posterior a ello se determine la precipitación media anual para el proyecto.

Teniendo las precipitaciones medias anuales calculamos factor de generación ( $F$ ) que será de la siguiente manera:

$$F = \frac{P_p \text{ media anual de la zona de cultivo}}{P_p \text{ media de la estación más cercana}}$$

*Ecuación 53: factor de generación*

Ya con el factor de generación se multiplicará las Precipitaciones medias mensuales de todos los años y meses de la estación más cercana para determinar la precipitación media mensual para la zona del proyecto.

Teniendo las precipitaciones medias mensuales se procederá a ordenar de manera descendente para todo los años y meses para luego determinar la probabilidad de ocurrencia al 75% con la fórmula de Weibull como citó (Rondan, 2016, p. 53)

$$f = \frac{m + 1}{N}$$

*Ecuación 54: Formula de Weibull*

Con estas precipitaciones de 75% de persistencia se determinará la precipitación efectiva ( $P_e$ ) de la siguiente manera como indica el método USDA citado en Villazón et al. (2021)

$$P_e = \frac{P_p * (125 - 0.2 * P_p)}{125}; P_p < 250mm$$

*Ecuación 55: Precipitación Efectiva*

### Información hidrológica.

Arias y mejía (1992) manifiestan que conocer y estudiar hidrología es indispensable para poder dimensionar la bocatoma, ya que depende de esto será caudal a captar, muros de encausamientos, barrage fijo y móvil que nos permitirá, el caudal máximo de avenida recomienda determinar para un tiempo de retorno es de 50 años. ( $Tr = 50$  años).

Según Gutiérrez (2014) la información meteorológica necesaria para el diseñar una bocatoma son los siguientes.

- a. Caudal de máximas avenidas, que permiten calcular las características hidráulicas de la estructura como fijar los niveles máximos de los muros de encauzamiento, de los barrajes móviles, cuyo tiempo de retorno es de 25 años-50 años
- b. Caudales mínimos que nos permitirá determinar la altura mínima de la ventana de captación.
- c. Caudales medios nos permitirá conocer la cantidad máxima a derivar.

De misma manera el paso rápido de caudales máximos, los daños que podría ofrecer a la estructura esta crecida, es poco considerable. Entonces el costo de construcción de esta magnitud es elevado es así que es mas que suficiente basarse el diseño de una crecida con un caudal de retorno de 25 a 50 años de tiempo de retorno.

Para determinar el caudal máximo instantáneo y media anual se calcula con el método del Modelo regional para las descargas máximas Estimación de parámetros del modelo de Fuller, siguiendo la metodología descrita en Aporte Santiaguino citado en (Abelardo, 2011, P.143) con la siguiente ecuación.

$$\bar{Q}_{max} = -6.5796 + 0.1748 * A - 1.012 * 10^{-4} * A^2 + 6.882 * 10^{-19} * A^3 \quad (14)$$

*Ecuación 56: Caudal Máximo Promedio*

$$Q_{maxT} = \bar{Q}_{max}(0.84622 + 0.6540 \log T + 1.0886 * 10^{-11} * A^3) \quad (15)$$

*Ecuación 57: Caudal Máximo Promedio*

Donde:

$\bar{Q}_{max}$  = Promedio de las Descargas máximas instantáneas anuales en m<sup>3</sup>/s

$Q_{maxT}$  = Descargas máximas instantáneas anuales en m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de T años.

### 4.3 Definición de términos.

- **Bocatoma**, estructura hidráulica que tiene como función de encausar un determinado volumen agua para luego derivar a una fuente de requerimiento hídrico que puede ser un río, laguna o una línea de conducción (Hernan, 2013).
- **Bocatoma de captación lateral**, esta bocatoma se caracteriza por derivar agua a través de la ventana de captación ya sea como orificio o vertedero que dependerá directamente del tirante de agua (Cortes, 2015).
- **Diseño hidráulico**, consiste en determinar de las dimensiones de los de los parámetros hidráulicos de la bocatoma (Guinea, 2019)



## V. MATERIALES Y METODOS.

### 5.1 Materiales y Equipos

#### 5.1.1 *Materiales*

- Hojas bond A4, A3, A2
- Memoria USB
- Wincha de 50m
- Cordel de 50m
- Tinta de Impresora
- Materiales de escritorio.

#### 5.1.2 *Equipos y Softwares.*

- Estación total
- GPS
- Laptop HP Pavilion Gaming,
- Impresora multifuncional Epson L210 sistema continuo
- Plotter.
- Fotografías digitalizadas
- ArcGIS 10.5
- Microsoft Office Word 2018
- Microsoft Office Excel 2018
- Google Earth Pro

### 5.2 Tipo de investigación.

• La investigación a realizar **según su enfoque será de tipo cuantitativo**. Debido a que la información de los estudios realizados para dar solución a la problemática planteada y probar la hipótesis se darán a conocer de forma numérica.

• Y **según su alcance** el trabajo de investigación **será de nivel descriptiva**. Ya que la finalidad del proyecto de investigación es el dimensionamiento de la bocatoma en el río Marcará para probar la hipótesis y solucionar la problemática descrita.

• Asimismo, **de acuerdo con el propósito de estudio**, la investigación es **de tipo aplicada**. Ya que se aplicarán métodos, procedimientos y conocimientos ya establecidos en diferentes enunciados bibliográficos, para realizar el diseño de la bocatoma en el río Marcará.

### 5.3 Diseño de investigación.

**El diseño de la investigación es No Experimental.** El diseño de investigación trata de estudios que no variaremos de forma intensional las variables independientes para evaluar su efecto frente a otras variables. Es así cuando se realiza en los trabajos no experimental es observar fenómenos así como se den los resultados de acuerdo los cálculos o mediciones, para poder analizarlos.

### 5.4 Población y muestra.

#### 5.4.1 Población.

Tomaremos como población a los datos hidrológicos y parámetros del área de demanda los cuales nos permitirán rediseñar la bocatoma en el río Marcará.

#### 5.4.2 Muestra.

Muestreo.

El muestreo será no probabilístico/ intencionado, se tomará como muestra el dato hidrológico de un rango de 20 años los cuales nos permitirán rediseñar la bocatoma en el río Marcará.

### 5.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

#### 5.5.1 Técnicas de recolección de datos.

La técnica empleada en la recolección de datos para el presente trabajo será a través de Fuentes Primarias (realizando trabajo de campo) y de Fuentes Secundarias.

#### 5.5.2 Instrumentos de recolección de datos.

##### **Instrumentos de recolección de información topográfica**

Estación total.

GPS.

Ficha de registro de datos.

##### **Instrumentos de recolección de información hidrológica**

Estaciones meteorológicas cercanas.

Estudios anteriores realizados.

Imágenes satelitales, Shapefile.

Cuenca hidrográfica.

Cuaderno de apuntes o Ficha de registro de datos.

##### **Instrumentos de recolección de información agronómica**

Cuaderno de apuntes.

Imágenes satelitales.

Cedula de cultivos de acuerdo al cultivo del área a regar.

Estaciones meteorológicas cercanas.

Registro de agricultores.

## **5.6 Procesamiento de Datos.**

### **5.6.1 *Procesamiento de la información topográfica.***

Los puntos topográficos obtenidos en campo con el Estación Total y el GPS se llevarán al Excel para ordenarlos y posteriormente procesarlo en el AutoCAD Civil 3D 2020.

Al procesar los puntos topográficos con el AutoCAD Civil 3D 2020 se obtienen los planos de planta a curvas de nivel.

### **5.6.2 *Procesamiento de la información agronómico.***

El procesamiento de la información recolectada se realizará con ayuda del software Excel para determinar el Caudal de demanda o Caudal de derivación de la siguiente manera:

Obtención de los datos meteorológicos completados de las precipitaciones medias mensuales, temperatura máxima y mínima media mensual de las estaciones cercanas: Estación Yungay, Huaraz y Recuay, se observa en la Tabla 01 y 02 del anexo.

Cálculo de las temperaturas medias máximas y mínimas para el lugar del proyecto, con el promedio de las temperaturas se determina una ecuación de regresión lineal para hallar la máxima y media mensual al lugar del proyecto en función a la altitud (h).

Cálculo de ETo, Una vez obtenido las temperaturas máximas y mínimas en el lugar del proyecto procederemos al cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETo) mediante la fórmula de HARGREAVES y SANAMI 1985.

**Cálculo de la Precipitación efectiva (Pe)** para ello se realizan los pasos siguientes:

Como primer paso realizamos el cálculo de la precipitación media anual de las 03 estaciones.

Segundo generamos una regresión lineal en función a las altitudes (h) para posterior a ello se determine la precipitación media anual para el proyecto.

Teniendo las precipitaciones medias anuales calculamos factor de generación (F) con la ecuación (54)

Ya con el factor de generación se multiplicará las Precipitaciones medias mensuales de todos los años y meses de la estación Yungay que es la más cercana.

Teniendo las precipitaciones medias mensuales se procederá a ordenar de manera descendente para todo los años y meses para luego determinar la probabilidad de ocurrencia al 75% con la fórmula de Weibull, ecuación (55).

Con estas precipitaciones de 75% de persistencia se determinará la precipitación efectiva (Pe) con la ecuación (56).

**Para calcular la demanda de agua se realizan los siguientes pasos:**

Se obtienen la información de los cultivos que practican y la cantidad de cada uno de ellos en hectáreas en la zona de proyecto con una autoridad local.

Determinación de los coeficientes de los cultivos (Kc), esta información se obtiene de FAO, 2006. A partir de ello se determina el Kc ponderado.

Procedemos calcular la cantidad de demanda de agua realizando el siguiente cuadro en hoja Excel.

**Figura 17** Cuadro para el procedimiento de cálculo del caudal de diseño

VARIABLES	MESES
Dias	Días de cada mes (Dato)
Area Cultiva por mes (Ha)	$A_i = \text{Área de cultivo en cada mes en (Ha)}$ (calculado)
Kc Ponderado	Kc= coeficiente de cultivo ponderado (calculado)
ETo (mm/Dia)	Evapotranspiración potencial en mm/día (Calculado)
Oferta Precipitación (mm/mes)	Precipitación efectiva en mm/mes (Calculado)
Precipitación Efectiva (lt/seg)	$P_e = \left( \frac{10 * P_e * Area}{\# \text{ dias del mes} * 24 * 3600} \right) * 1000$
Oferta Precipitación (mm/día)	$P_e = \frac{Pe \text{ (mm/mes)}}{\# \text{ dias del mes}}$
ETr (mm/día)	$ETr = Kc * ETo$
Lámina Neta de Riego Ln (mm/día)	$Ln = ETr - ETo$
Módulo Neto (lt/s/Ha)	$MR = \frac{10 * 1000 * Ln}{60 * 60}$
Eficiencia de Riego (gravedad)	$Ef = \frac{A1 * Ef_1 + A2 * Ef_2 + A3 * Ef_3 + \dots}{A_t}$
Módulo de Riego para diseño (lt/s/Ha)	$MR_D = MR * Ef$

Caudal de Diseño (lt/s)	$Ai$	$Qd = MR_D *$
		(13)

*Dato:* este cuadro lo programaremos en Excel para realizar el cálculo del caudal de diseño.

### 5.6.3 *Procesamiento y cálculo de Caudal Máximo.*

Para obtener las características físicas y fisiográficas de la cuenca se realiza la delimitación de la subcuenca con la ayuda del software Ar Gis 10.5.

Para determinar el caudal máximo instantáneo y media anual se calculará con la ecuación (57 y 58)

### 5.6.4 *Rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará.*

Teniendo los parámetros hidráulicos, como caudal máximo, media, caudal de demanda, pendiente del cauce, etc. Se realiza el cálculo hidráulico para el redimensionamiento de la bocatoma y se continua con los siguientes pasos:

**Ancho promedio del río:** Se determinará con las Ecuaciones (01,02,03,04 y 05) y los datos requeridos se obtendrá de las Tablas (04, 05 y 06), posterior a ello se promediará y se obtendrá el ancho promedio del río.

**Cálculo de las Características hidráulicas del río:** Las características Hidráulicas se determina con la ecuación de Manning (06) y otros parámetros con la ecuación (06, 07 y 08)

**Longitud del Barraje Fijo y barraje móvil:** Teniendo la longitud del cauce se determina las longitudes del barraje a partir de la relación de la ecuación (09 y 10) y la figura 03

**Cálculo de la Ventana de Captación:** se calculará directamente con la ecuación de descarga (12) como se observa en la figura 04. Posterior a ello se determinará cota de la cresta y la altura del barraje con las ecuaciones respectivas (13 y 14) y teniendo estos datos determinamos longitud efectiva de la cresta (L) con la ecuación (16)

**Descarga en el cimacio y compuerta:** Caudal de descarga se calculará directamente con la fórmula de descarga de orificios rectangulares, Ecuación (15)

Caudal de descarga por barraje móvil ( $Q_{bm}$ ), se determinará haciendo los mismos pasos y las tablas para el cálculo del caudal de barraje fijo en la siguiente ecuación N° (18)

Cálculo del caudal final, para comprobaremos que el caudal final será de la siguiente manera.

**Obtención del perfil tipo estándar WES:**

En la figura 06 y 07 se mostrará de cómo debería de ser un vertedero para obtener eficientes descargas y para encontrar los Valores de  $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $R_1$  y  $R_2$ , se requiere calcular (ha) de la siguiente ecuación (19, 20, 21 y 22)

Calculamos del Angulo ( $\beta$ ), (T) y (R) A partir de la figura 08. Y las ecuaciones 23, 24 y 25.

#### **Selección de tipo de poza de disipación:**

Seleccionamos el estanque de Tipo I y para determinar estos parámetros se referenció a partir de las figuras 10 -13 y ecuaciones del 26 – 42.

#### **Calcular el Espesor de losa poza de disipación ( $e_p$ ):**

Para los cálculos analizaremos la filtración por la estructura barraje y poza de disipación apoyándonos de la figura 15 y 16 y las ecuaciones del 43 – 60 y dentro de ello determinamos los espesores de los solados de aguas abajo y arriba de la bocatoma y considerando las dimensiones mínimas.

#### **Altura del muro de encausamiento (BL):**

Conociendo los tirantes de aguas arriba y aguas abajo del barraje y con la ayuda de las ecuaciones 61 y 62 se determinará la altura del muro de encauzamiento

#### **5.6.5 Análisis estadístico de la evaluación del diseño de la bocatoma**

Martínez (2009) define, para la selección correcta de una prueba estadística depende de los variables, cuantitativas o cualitativas, también llamadas Inter valares, que son aquellas que tienen como atributo una cantidad y sus escalas son continuas.

Debido a este concepto en la siguiente investigación se procedió a determinar variabilidad porcentual (%) de los parámetros hidráulicos calculado y existente ya que estos parámetros hidráulicos son variables en su unidad de media de acuerdo al estudio realizado y por ende no está sometido a prueba de estadista.



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 6.1 Resultados.

#### 6.1.1 Estudio Topográfico.

**Tabla 2** Tabla del resultado de estudios básicos de topografía

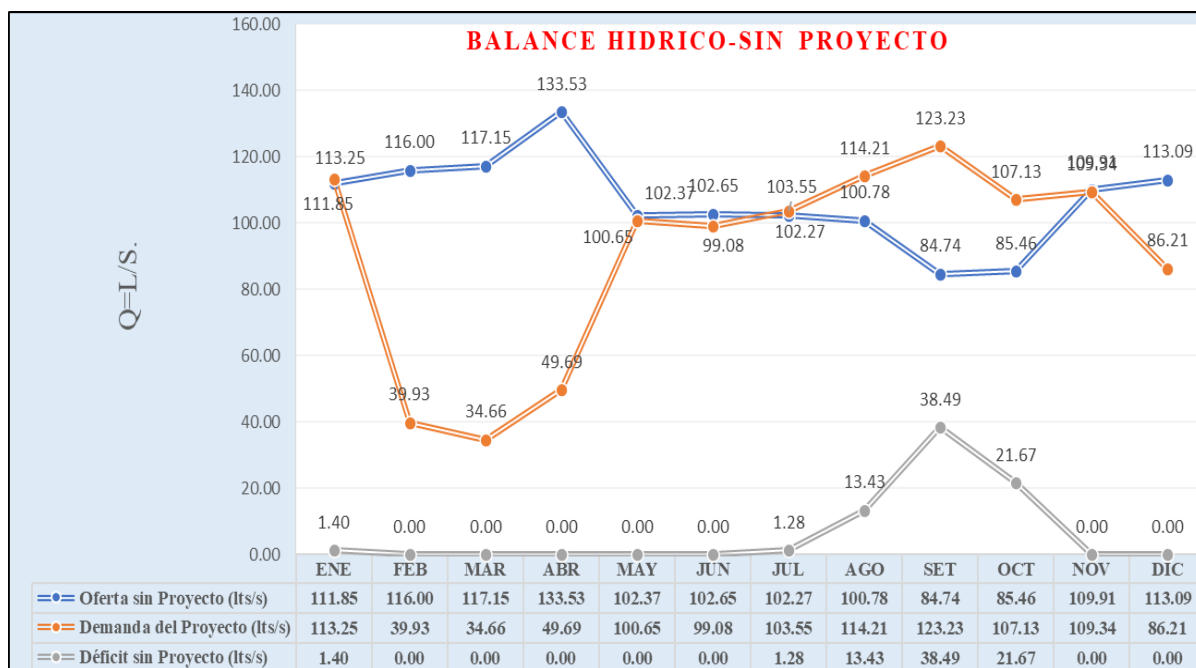
ESTUDIOS BASICOS DE TOPOGRAFIA	
ANCHO PROMEDIO DEL CUACE (B)	:20.00 m
PENDIENTE DEL CAUCE (S)	:0.0406 m/m
COTA DEL FONDO DEL RIO (Co)	:2742.00 msnm

#### 6.1.2 Estudio Agronómico.

**Tabla 3** Resultado del caudal de diseño sin proyecto para todos los meses del año.

VARIABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Area Cultiva por mes (Ha)	240.00	240.00	240.00	200.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	240.00	240.00
Kc Ponderado	0.88	0.88	0.87	0.86	0.86	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.83
ETP	5.00	4.82	4.52	4.18	4.12	3.97	4.15	4.58	5.07	5.09	4.99	4.88
Oferta Precipitación (mm/mes)	44.11	89.74	93.09	60.44	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	21.65	44.85	55.49
Precipitación Efectiva (lt/seg)	39.53	89.03	83.41	46.64	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	14.55	41.53	49.73
Oferta Precipitación (mm/día)	1.42	3.21	3.00	2.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.70	1.50	1.79
Demanda Cultivo (mm/día)	4.41	4.26	3.92	3.59	3.54	3.49	3.65	4.02	4.45	4.47	4.38	4.07
Lámina Neta de Riego Ln (mm/día)	2.99	1.05	0.91	1.57	3.54	3.49	3.65	4.02	4.34	3.77	2.89	2.28
Módulo Neto (lt/s/Ha)	0.35	0.12	0.11	0.18	0.41	0.40	0.42	0.47	0.50	0.44	0.33	0.26
Eficiencia de Riego (gravedad)	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
Módulo de Riego (lt/s/Ha)	0.47	0.17	0.14	0.25	0.56	0.55	0.58	0.63	0.68	0.60	0.46	0.36
<b>Caudal de Diseño (lt/s)</b>	<b>113.25</b>	<b>39.93</b>	<b>34.66</b>	<b>49.69</b>	<b>100.65</b>	<b>99.08</b>	<b>103.55</b>	<b>114.21</b>	<b>123.23</b>	<b>107.13</b>	<b>109.34</b>	<b>86.21</b>

**Figura 18** Gráfico del balance Hidráulico Sin Proyecto



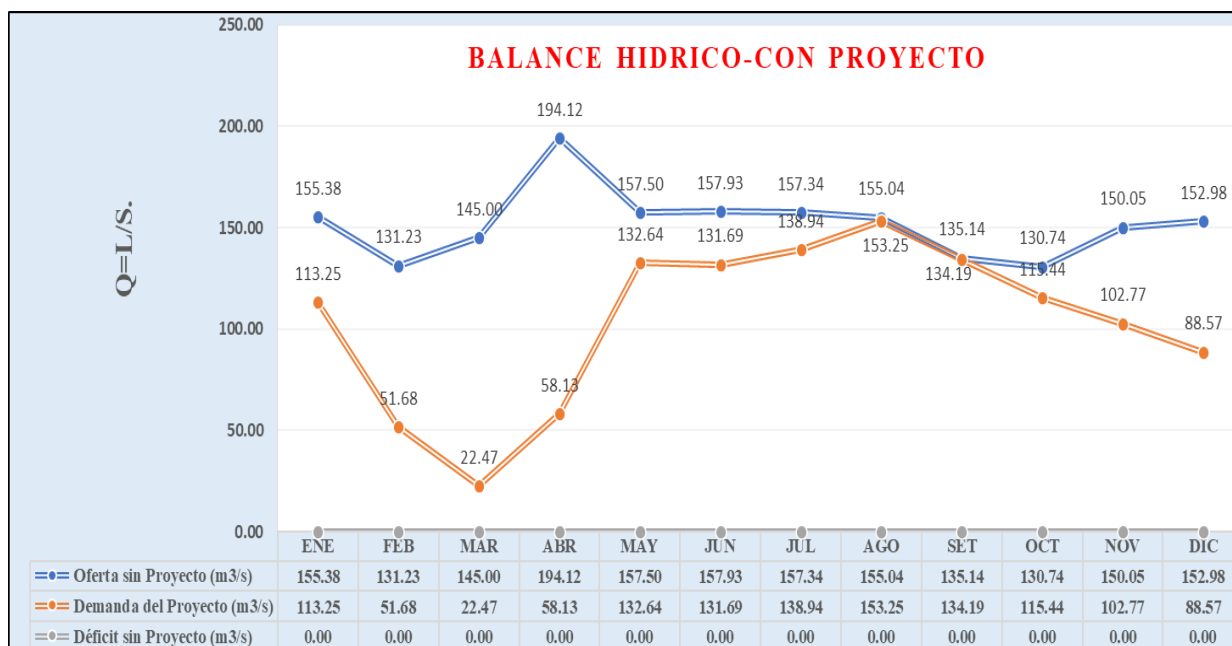
*Dato:* Se observa el grafico que en los meses de julio hasta noviembre hay déficit hídrico, siendo crítico para el mes de setiembre con 38.49lt/s/seg.

**Tabla 4** Resultado del caudal de diseño sin proyecto

VARIABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	NOV
Días	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30
Área Cultiva por mes (Ha)	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	200.00	200.00	240.00	240.00
Kc Ponderado	0.88	0.88	0.87	0.83	0.85	0.88	0.88	0.88	0.86	0.86	0.83	0.86
ETP	5.00	4.82	4.52	4.18	4.12	3.97	4.15	4.58	5.07	5.09	4.99	4.88
Oferta Precipitación (mm/mes)	44.11	89.74	93.09	60.44	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	21.65	44.85	55.49
Precipitación Efectiva (lt/seg)	39.53	80.41	92.35	54.16	0.00	0.00	0.00	0.00	2.47	16.71	40.19	51.38
Oferta Precipitación (mm/día)	1.42	2.89	3.32	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.72	1.45	1.85
Demanda Cultivo (mm/día)	4.41	4.26	3.92	3.48	3.50	3.48	3.67	4.05	4.36	4.38	4.16	4.19
Lámina Neta de Riego Ln (mm/día)	2.99	1.36	0.59	1.53	3.50	3.48	3.67	4.05	4.25	3.66	2.71	2.34
Módulo Neto (lt/s/Ha)	0.35	0.16	0.07	0.18	0.41	0.40	0.42	0.47	0.49	0.42	0.31	0.27
Eficiencia de Riego (Aspersión)	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
Módulo de Riego (lt/s/Ha)	0.47	0.22	0.09	0.24	0.55	0.55	0.58	0.64	0.67	0.58	0.43	0.37
<b>Caudal de Diseño (lt/s)</b>	<b>113.25</b>	<b>51.68</b>	<b>22.47</b>	<b>58.13</b>	<b>132.64</b>	<b>131.69</b>	<b>138.94</b>	<b>153.25</b>	<b>134.19</b>	<b>115.44</b>	<b>102.77</b>	<b>88.57</b>

*Dato:* Se observa el valor crítico o demanda máxima es en el mes de agosto con 153lt/s/seg

**Figura 19** Gráfico del balance Hidráulico Sin Proyecto



Dato: Se observa el grafico que no hay déficit.

### 6.1.3 Caudales máximos.

**Tabla 5** Caudales máximos para diferentes tiempos de retorno

Qmax. para un periodo de retorno T		
Qpro	33.405	m3/s
Qmax25	58.813	m3/s
<b>Qmax50</b>	<b>65.389</b>	<b>m3/s</b>
Qmax100	71.965	m3/s

### 6.1.4 Rediseño Hidráulico.

Se tiene resultado de los parámetros hidráulicos en la siguiente Tabla N° 09

**Tabla 6** Resultado de los parámetros hidráulicos del rediseño hidráulico de la bocatoma

RESUMEN DE RESULTADOS DE PARAMETROS HIDRAULICOS	
Ancho Promedio del Río "B"	20.00 m
Longitud del Barraje fijo y móvil	
Longitud del barraje fijo "Lbf"	16.20 m
Longitud del barraje móvil "Lm"	3.00 m
Dimensiones de la ventana de captación	

Altura de la ventana de Captación "hvc"	0.30 m
Ancho de la ventana de Captación "Lc"	0.80 m
Altura del barraje fijo "P"	1.20 m

---

**Parámetros del perfil tipo estándar WES:**

Radio de curvatura "R1"	0.409 m
Radio de curvatura "R2"	0.186 m
Ancho de curvatura "Xc"	0.19 m
Altura de curvatura "Yc"	0.10 m
Angulo de la recta tangente " $\beta$ "	51.34 °
Puntos de Tangencia en "Xt"	1.40 m
Puntos de Tangencia en "Yt"	-0.96 m
Radio de curva de Transición "R"	1.13 m
Long. pto tangencia a progresión de recta "T"	0.54 m

---

**Elementos de la Posa de Disipación**

Figura 21

---

**Longitud del enrocado RIP-RAP**

Longitud del enrocado "Le"	9.00 m
Espesor de las rocas "e"	0.80 m
Longitud del solado delantero	4.80 m

---

**Espesor de losa poza de disipación "e"**

0.80 m

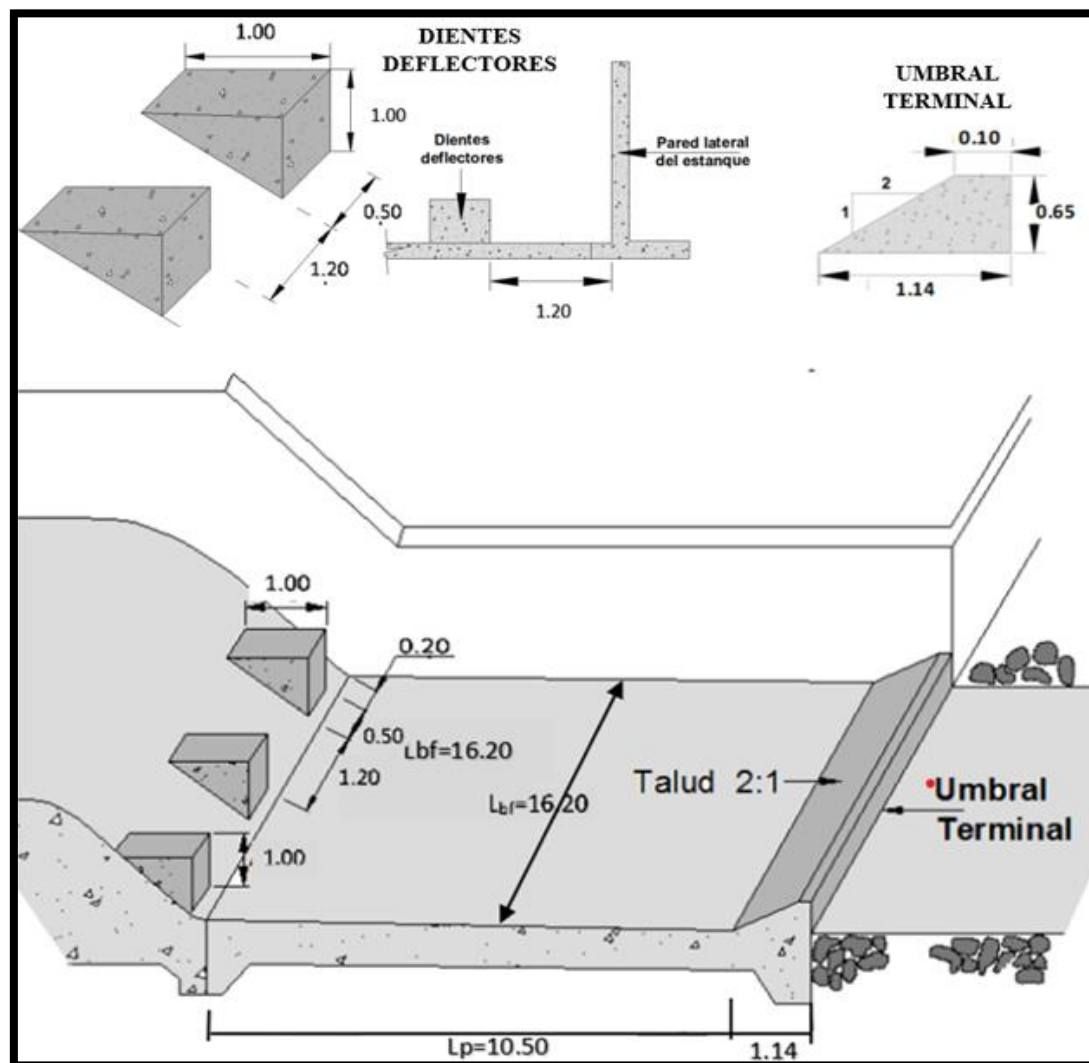
---

**Altura de muro de encausamiento**

Muro de encausamiento aguas arriba del barraje "H1"	2.60 m
Muro de encausamiento aguas abajo del barraje "H2"	1.80 m

---

**Figura 20** Dimensiones de los dientes deflectores y Umbral terminal de la Poza de Disipación



### 6.1.5 Análisis estadístico.

El cuadro de cálculos se observa en la tabla 25 y los principales resultados son

Los Elementos de la Captación tiene una variabilidad promedio de -7% de los parámetros calculados respecto al existente

Los elementos de la poza de disipación tienen una variabilidad promedio de -3% de los parámetros calculados respecto al existente.

Los elementos de RIP RAP tienen una variabilidad promedio de -3% de los parámetros calculados respecto al existente.

Los muros de encauzamiento tienen una variabilidad promedio de -2% de los parámetros calculados respecto al existente.

## 6.2 Discusión.

En contrastación de la hipótesis, Con el rediseño hidráulico de la bocatoma Allpa Rumi en el río Marcará se logrará captar el caudal de demanda que permitirá mejorar el riego y ampliar el área agrícola a 240 ha. ya que el caudal de demanda obtenida para la zona de influencia es  $Q_{dem.} = 0.153 \text{ m}^3/\text{s}$ . y el caudal disponible es de  $Q_{dis} = 0.155 \text{ m}^3/\text{s}$  para el mes de agosto como el mes más crítico bajo el otorgamiento de licencia de uso de agua con fines agrario-agrícola con Resolución Directoral 1626-2019-ANA/AAA H CH al comité de Usuarios Florida Auquipampa.

Arias y mejía (1992) indica para realizar el estudio topográfico el levantamiento topográfico debería de ser 500 m. y a 1.00 m. de curvas de nivel aguas arriba y aguas abajo de la bocatoma, para el trabajo de investigación siguiente se realizó el levantamiento topográfico de 150 m. aguas arriba y aguas abajo debido a las dificultades de acceso y además de obtener una pendiente similar del cauce principal del río marcará  $S = 3.69 \%$  con el Software de cartografía ArcGIS 10.5 y  $S = 4.06 \%$  con el levantamiento topográfico, dichos resultados nos permitió realizar cálculos correspondientes.

Finalidad del estudio agronómico es encontrar la necesidad hídrica de los cultivos de  $A = 240 \text{ ha}$ . a través del análisis del balance hídrico sin proyecto se obtiene un déficit de 38.49  $\text{m}^3/\text{s}$ . para el mes de setiembre y con el análisis de balance hídrico con proyecto se obtiene una necesidad hídrica de  $0.153 \text{ m}^3/\text{s}$  para el mes de agosto, siendo este el mes más crítico para el proyecto con una precipitación efectiva cero, pero para analizar el balance hídrico con proyecto se cuenta con la disponibilidad hídrica del río marcará  $0.155 \text{ m}^3/\text{s}$  siendo este para el mes de agosto, debido a ello se constata que no habrá déficit con el planteamiento del proyecto. También se observa el resultado de evapotranspiración con referencia descrita por (Rondan, 2016) siendo similares ya que para dicha investigación su precipitación efectiva es cero y siendo setiembre su mes más crítico para su análisis, así mismo Nassi (2018) determina caudal de derivación  $0.99 \text{ m}^3/\text{s}$  para un área de cultivo de 1100.71 Ha para la sierra de Lambayeque estos resultados a partir de estimaciones de la demanda respecto al área son proporcionales.

Para la determinación de caudal máximo se necesita procesar para un tiempo de retorno de  $T = 50$  años según las referencias del marco teórico para el diseño hidráulico y para calcular se utiliza el Modelo regional modificado de Fuller para la cuenca y subcuencas del Río santa descrita por (Abelardo, 2011), es así que se obtiene un caudal máximo de  $65.389 \text{ m}^3/\text{s}$ . para un tiempo de retorno de 50 años como indican Jáuregui (2019) para cuenca Moyobamba y Ponce (2015) para el río Chicama.



El rediseño hidráulico se definió tomando como datos principales el caudal máximo y caudal de demanda, los resultados obtenidos se redondean a 0.50 m. por concepto de proceso constructivo y para la longitud del barraje móvil se tomó en cuenta las dimensiones de compuertas comerciales teniendo como referencia la longitud calculada de barraje móvil, además de ello a partir del diagnóstico en campo se visualiza demasiada obstrucciones con las ramas o troncos de forestales debido a la tala de estos aguas arriba de la bocatoma, los espesores de los muros, la altura de las losas o cimientos de la estructura son diseñados con las dimensiones mínimas por las recomendaciones de los textos (Arbulu,2019), y los parámetros más importantes obtenidos para el diseño de la bocatoma son ancho promedio del cauce de  $B=20$  m., ventana de captación de 0.80 m. x 0.30 m., una compuerta móvil de 3.00 m. x 3.00 m., un barraje fijo de  $L_{bf} = 16.20$  m. con perfil de vertederos estándar WES con  $P=1.20$  m., una longitud de poza de amortiguación  $L_p = 10.50$  m., longitud de enrocado o RIP-RAP  $L_e= 9.00$  m., Una longitud de solado delantero  $L_s = 4.80$  m. y los muros de encausamiento  $H_1=2.70$  m. y  $H_2=1.80$  m. aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Para analizar los resultados obtenidos se toman como referencia lo descrito por Pereda y Quintana (2016). Siendo así los resultados para un caudal de 60l/s una ventana de captación de 0.50x0.16m y según Gómez (2014) para un caudal de 227.5 m<sup>3</sup>. una longitud de poza de disipación de  $L_p=20.50$  m. y Altura del barraje 3.00 m.

Del análisis estadístico Como indica Martínez (2009) para realizar una prueba estadística se requiere la selección correcta de las variables, en este caso cuantitativas que deberían ser cantidad con las mismas unidades de medida. Debido a este concepto en la siguiente investigación se procedió a evaluar variabilidad porcentual (%) de los parámetros hidráulicos calculados respecto al existen, a consecuencia de ello se obtienen la variabilidad de los elementos de la Captación -7%, de la poza de disipación de -3%, de RIP RAP -3% y de los muros de encauzamiento de -2%.

## VII. CONCLUSIONES

Se determinó a través del estudio topográfico el ancho promedio del río  $B = 20$  m. profundidad promedio del cauce de 2.20 m. y pendiente promedio del cauce 4.06 % como se indica en la tabla 2., esto nos sirvió para determinar los estudios y cálculos correspondientes.

Dentro del estudio agronómico se observan resultados en la Tabla 3 y 4, figura 18 y 19, de los cuales se encontró el caudal de demanda total de  $0.153\text{m}^3/\text{s}$  para el mes de agosto siendo este el mes más crítico con una precipitación efectiva nula en el análisis de balance hídrico con proyecto, es por ello para este mes sólo se cuenta como oferta hídrica la disponibilidad hídrica de  $0.155\text{m}^3/\text{s}$  del río marcará otorgado a través de la licencia de uso de agua con fines agrario-agrícola con Resolución Directoral 1626-2019-ANA/AAA H CH al comité de Usuarios Florida Auquipampa, a partir de estos resultados se concluye que con el proyecto será posible satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos proyectados en los 240 Ha. de terreno.

El caudal máximo determinado es de  $65.389\text{m}^3/\text{s}$  para un periodo de retorno  $T=50$  años el cual nos permitió realizar los diseños hidráulicos.

Los parámetros diseñados para la bocatoma Allpa Rumi del Río Marcará se observa en el cuadro de resultados en la tabla 6 y figura 20 que son directamente calculados a partir del caudal de demanda y el caudal máximo, es así que se obtiene un ancho promedio del cauce de  $B = 20$  m., en el cual se diseñó una ventana de captación de 0.8 m. x 0.3 m., una compuerta móvil de 3.00 m. x 3.00 m., un barraje fijo de  $L_{bf} = 16.20$  m. con perfil de vertederos estándar WES con  $P = 1.20$  m., una longitud de poza de amortiguación  $L_p = 10.50$  m. siendo una longitud total de poza de disipación 11.65 m. espesor de losa  $e = 0.80$  m., longitud de enrocado o RIP-RAP  $L_e = 9.00$  m. y espesor de piedra  $e = 0.80$  m., Una longitud de solado delantero  $L_s = 4.80$  m. y como último las alturas de los muros de encausamiento  $H1=2.70\text{m}$  y  $H1=1.80\text{m}$  aguas arriba y aguas abajo respectivamente.

La variabilidad promedio obtenido de los elementos de la Captación -7%, de la poza de disipación -3%, de RIP RAP -3% y de los muros de encauzamiento de -2% de los parámetros hidráulicos de la bocatoma calculados respecto al existente, se concluye que la bocatoma existente está sobredimensionado por un 4% respecto al diseño obtenido en el presente proyecto, esto debido que la bocatoma existente fue diseñado con otros fines (Piscigranja) que tiempo después a la necesidad de requerimiento de agua para los Sectores Purhuay – Ampu – Carhuaz fue adoptada con fines de riego.

## VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el 100% de riego tecnificado para los cultivos permanentes como alfalfa y paltos para así optimizar el agua y poder beneficiar más de 240 ha de terreno con el presente proyecto y abastecer terrenos aledaños como el fundo de marcará y otros.

Se recomienda continuar con las investigaciones referente al presente proyecto ya que faltaría el diseño estructural, el estudio de socavación para el redimensionamiento de los cimientos y el análisis granulométrico para el diseño del desarenador y algunos parámetros estructurales de la bocatoma el cual nos permitirá estimar el presupuesto.

Si bien es costoso la ejecución de proyectos, pero esto sería justificado a largo plazo ya que las localidades de Puruay, Rampac Grande, Mallhuapampa, Auquipampa y Ampu del distrito de Carhuaz y provincia de Carhuaz son directamente beneficiarios con este proyecto, siendo así, para los pobladores de dicha localidad la agricultura es su principal fuente de ingreso, además de eso el área de proyecto es un lugar tropical con suelos ricos que tienen como adcentes la producción de paltos y alfalfas a gran escala.

En la presente investigación se realizó una prueba básica de pH =6.91 y conductividad hidráulica 178.1, siendo estos resultados para definir la calidad de agua como buena para uso agrícola, pero debido a que también el caudal requerido se usa como caudal ecológico se recomienda realizar el estudio de análisis de agua.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, M. y Mejía, J. 1992. *Estructuras de Captación (Bocatomas) – Dimensionamiento Hidráulico*. Lima, Perú: Lima: s. e.
- Cerener (s.f.). *Metodología estudio hidrológico*. Recuperado de [https://www.cerener.es/?page\\_id=392&fbclid=IwAR1\\_aZma0jz-63UQxuqG4xi2-1SUuKC40tDVXfbouo3cOucfYaYoIb8LPI](https://www.cerener.es/?page_id=392&fbclid=IwAR1_aZma0jz-63UQxuqG4xi2-1SUuKC40tDVXfbouo3cOucfYaYoIb8LPI)
- Cortes, M. (2015). *Proceso metodológico para el cálculo, diseño hidráulico y análisis estructural de obras hidráulicas bocatoma y desarenador para el distrito de riego a pequeña escala de la vereda calle arriba asocalle arriba mpio Tasco ~ Boyaca* (Tesis de pregrado). Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila, Colombia.
- Cunia, L. 2005. *Diseño Hidráulico y Estructural de la Bocatoma del Proyecto de Irrigación Avisado - Valle La Conquista* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.
- Franquet, J. y Querol, A. (2010). *Nivelación de terrenos por regresión tridimensional*. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2011b/967/el%20levantamiento%20topografico%20y%20la%20taquimetria.html?fbclid=IwAR04XoS7vz8mtRLBjmim6hPnsVKVG0lbqtYHG03zBRhBLDI dh4cE5bGYXI4>
- Guinea, J. (2019). *Optimización del diseño hidráulico de la bocatoma en la minicentral hidroeléctrica de Acobamba - Huancavelica* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Gómez, C. 2014. *SCRIBD*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/249465204/Diseno-Hidraulico-de-Una-Bocatoma?fbclid=IwAR1T1yhVJ0O69ifMS0wIjXAxI3DXNpqJ85sPsGcHyYXuNAwJE1MgzsOj-Bw>
- Gutiérrez, C. 2014. *Programa para el diseño hidráulico y estructural de bocatomas tipo barraje con el Visual Basic 9.0- Huamanga – Ayacucho – 2011* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Hernan, J. (2013). *Diseño Hidráulico de una Bocatoma*. Recuperado de [https://www.academia.edu/18210331/Diseno\\_Hidraulico\\_de\\_una\\_Bocatoma?fbclid=IwAR3xrsWL27GmNEVRmHWURu\\_uxGjC4gxBM3McKQUQRTcOS30PZYQiphRi8YA](https://www.academia.edu/18210331/Diseno_Hidraulico_de_una_Bocatoma?fbclid=IwAR3xrsWL27GmNEVRmHWURu_uxGjC4gxBM3McKQUQRTcOS30PZYQiphRi8YA)

- Huayhua, E. 2013. *Diseño hidráulico de la bocatoma Curipampa con captación por ambas márgenes del río Curipampa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Jáuregui, B. 2019. *Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Mayobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación Ccecca, Ishua y Huaycahuacho* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Mejía, E. (2017). *Diseño de Estructuras Hidráulica I y II* [Material de aula]. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú.
- Nardy, J. (2015). *Diseño Hidráulico de Bocatoma*. Recuperado de [https://es.scribd.com/doc/282734821/Diseño-Hidraulico-de Bocatoma?fbclid=IwAR1V5qEjaZ\\_fBOl-c2D-s-sy5XmTVaO4GjPYMDiwO\\_gweCJkbZvdIA5MS2k](https://es.scribd.com/doc/282734821/Diseño-Hidraulico-de-Bocatoma?fbclid=IwAR1V5qEjaZ_fBOl-c2D-s-sy5XmTVaO4GjPYMDiwO_gweCJkbZvdIA5MS2k)
- Pereda, C. y Quintana, G. 2016. *Análisis Funcional y Económico de la Captación de Agua de la Quebrada Maku Mediante una Bocatoma de Barraje Mixto y Bocatoma Tipo Tirolesa en el Distrito de Pira – Huaraz* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Ponce, R. 2015. *Diseño Hidráulico de Bocatoma en el Río Chicama, en la Zona de Facalá* (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima.
- Rocha, A. (1998). *Introducción a la hidráulica fluvial*. Recuperado de [https://es.slideshare.net/lizbethsolo/libro-introduccion-a-la-hidraulica-fluvial-arturo-rocha?fbclid=IwAR3nmIMmZl5M4x8XmUQ6LPRVlv9ofT6kYUh028jYF wfShh19\\_Kpw09ZiUs](https://es.slideshare.net/lizbethsolo/libro-introduccion-a-la-hidraulica-fluvial-arturo-rocha?fbclid=IwAR3nmIMmZl5M4x8XmUQ6LPRVlv9ofT6kYUh028jYF wfShh19_Kpw09ZiUs)
- Rocha, A. (2003). *La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico*. Recuperado de [http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas\\_interes/ROCHA/La\\_bocatoma.PDF](http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/ROCHA/La_bocatoma.PDF)
- Salas, F. 2004. *Diseño y Construcción de una Bocatoma con Azud de Concreto Armado para el Funas I* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.
- Tola, M. (s.f.). *Diseño agronómico e hidráulico de sistemas de riego presurizado, en tres fincas modelo para la producción de quinua orgánica en el departamento de Oruro*. Recuperado de [https://www.academia.edu/11217778/DISE%C3%91O\\_AGRON%C3%93MICO\\_E\\_HIDR%C3%81ULICO\\_DE\\_SISTEMAS\\_DE\\_RIEGO\\_PRESURIZADO](https://www.academia.edu/11217778/DISE%C3%91O_AGRON%C3%93MICO_E_HIDR%C3%81ULICO_DE_SISTEMAS_DE_RIEGO_PRESURIZADO)

- Rondan Ulloa, E.I. (2016) *Diseño de un sistema de Riego para cultivo de alfalfa en la localidad de Cotaparaco, Provincia de Recuay, Región Ancash* (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo)  
file:///D:/escritorio42020/TESIS/INFORMACION%20TESIS/demanda%20de%20agua\_T.pdf
- Diaz salas, A. (2011) Modelo probabilístico y regional de las descargas máximas instantáneas del río Santa en la región Ancash. *Revista aporte santiaguino* 2011; 4(2): 135-144  
[http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte\\_Santiaguino/article/view/538/506](http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/538/506)
- Villazón, J., Noris, P., & Gutiérrez, G. (2019). Determinación de la precipitación efectiva en áreas agropecuarias de la provincia de Holguín. *Universidad de Holguín*. doi, 10.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2015) *Generación de una base de datos de Evapotranspiración Grillada y de alta resolución a nivel nacional (1981-2014)* (Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos)  
file:///D:/escritorio42020/TESIS%202022/ESTUDIO%20AGRONOMICO/INFORMACION/Generacion%20de%20un%20Base%20de%20Datos%20de%20Evotranspiracion%20Grillados%20y%20de%20alta%20resolucion%20a%20Nivel%20Nacional%201981-2014.pdf



## X. ANEXOS

### 10.1 Tablas de Datos meteorológicos y tablas y figuras para rediseño Hidráulico.

**Tabla 7** Datos hidrológicos da la precipitación total mensual de las estaciones: Yungay, Huaraz y Recuay

ESTACION:	YUNGAY/000444/DRE-04							LAT.:	9°	8`	"S"	DPTO.:	ANCASH
							LONG.:	77°	45`	"W"	PROV.:	YUNGAY	
PARAMETRO:	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL(mm)							ALT.:	2527		msnm	DIST.:	YUNGAY
AÑO	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
2002	127.4	117.8	390.6	95.4	0	0.0	0.0	0.0	0.0	271.9	373.9	138.4	
2003	213.4	135.0	135.4	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	20.6	142.5	
2004	45.8	177.4	58.0	71.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	107.8	81.0	69.1	
2005	39.5	93.9	179.5	64.7	2.0	0.0	0.0	0.0	13.8	22.0	0.0	113.0	
2006	60.4	157.7	291.0	188.2	0.0	3.4	0.0	2.6	4.3	13.6	59.9	240.0	
2007	78.3	27.3	474.2	182.9	38.4	0.0	0.0	3.1	5.5	75.3	78.8	46.2	
2008	119.9	119.8	235.2	98.1	9.2	15.4	0.0	0.0	1.1	119.4	71.2	19.4	
2009	212.9	131.4	207.5	107.4	12.8	0.0	0.0	1.8	0.0	172.5	110.2	71.9	
2010	63.7	120.4	137.8	74.6	26.1	4.2	0.0	0.0	4.2	23.5	159.3	191.1	
2011	50.3	181.9	62.5	76.0	4.5	2.5	0.0	0.0	0.0	103.3	79.0	70.1	

ESTACION	: SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO /000426 /DRE-04							LAT.	: 9 ° 30 ' "S"		DPTO.	: ANCASH
								: 77 ° 31 '				
PARAMETRO	: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)							LONG.	"W"		PROV.	: HUARAZ
							ALT.	: 3079		DIST.	: INDEPENDENCIA	
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2002	87.3	170.4	S/D	10.4	16.6	0.6	0.0	0.0	15.7	100.6	137.0	124.4
2003	107.2	56.5	137.5	91.7	28.6	3.6	1.4	1.6	7.5	29.5	31.6	169.6
2004	65.5	111.0	75.9	48.9	23.5	4.2	15.8	0.0	49.0	103.6	90.9	104.9
2005	151.1	88.4	210.1	34.6	2.9	0.0	0.0	8.7	3.8	44.9	20.1	111.3
2006	107.1	110.8	236.9	146.1	4.8	17.2	1.6	5.2	14.4	49.5	56.0	159.0
2007	96.2	87.0	170.1	186.9	31.8	0.7	66.9	0.9	8.0	102.2	57.8	62.1
2008	98.5	148.2	108.0	86.1	2.2	7.4	9.8	3.1	23.7	133.1	43.9	94.9

ESTACION	: RECUAY /000441 /DRE-04							LAT.	: 9 ° 43 ' "S"		DPTO.	: ANCASH
								: 77 ° 22 '				
PARAMETRO	: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)							LONG.	"W"		PROV.	: RECUAY
							ALT.	: 3444		DIST.	: RECUAY	
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2002	56.70	82.50	132.40	69.60	17.10	1.80	27.70	2.60	18.50	87.30	96.80	85.50
2003	44.50	63.00	104.60	51.80	25.80	7.10	1.90	15.30	15.20	29.90	57.90	147.00
2004	33.30	80.70	53.80	22.50	12.20	12.20	21.20	5.00	38.20	89.40	87.00	93.20
2005	57.80	69.30	84.00	37.40	21.60	1.90	0.80	4.10	15.40	80.60	39.80	95.50
2006	77.90	95.50	147.30	83.50	9.30	48.10	6.80	7.10	40.60	67.40	104.00	119.10
2007	85.70	30.00	132.10	103.80	22.20	0.90	6.00	6.90	18.50	111.10	65.30	721.00
2008	100.70	96.20	105.70	86.80	28.80	16.90	2.30	13.10	27.70	108.50	84.10	61.10
2009	170.20	100.10	195.40	93.10	40.40	18.60	14.30	9.80	6.70	93.70	40.90	110.90
2010	97.70	103.60	128.90	33.30	22.60	2.90	12.00	2.50	30.10	57.40	83.70	96.10
2011	102.60	91.50	126.70	129.30	10.40	0.00	8.70	2.20	30.70	49.70	80.50	117.10

*Nota:* La tabla nos muestra todos los datos de las precipitaciones total mensual que usaremos para determinar la Pe, Tomado de SENAMHI (2012)

**Tabla 8** Datos hidrológicos de Temperatura máxima y mínima media mensual de las estaciones: Yungay, Huaraz y Recuay

ESTACION:	YUNGAY/000444/DRE-04						LAT.:	9°	8`	"S"	DPTO.:	ANCASH
							LONG.:	77°	45`	"W"	PROV.:	YUNGAY
PARAMETRO:	TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)						ALT.:	2527	msnm		DIST.:	YUNGAY
AÑO	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2002	24.2	24.7	24.1	23.9	24.8	24.1	24.7	24.8	24.6	23.0	19.7	23.4
2003	24.2	24.0	21.6	20.8	20.6	23.3	24.7	25.6	26.0	24.8	24.9	22.3
2004	23.2	20.8	23.8	24.2	23.8	23.9	24.8	24.5	23.8	22.7	21.4	24.2
2005	23.8	24.6	22.6	21.4	24.2	24.6	24.6	24.9	25.3	25.0	23.7	21.4
2006	23.1	22.1	20.6	20.1	24.5	23.3	25.6	24.8	26.5	27.8	24.7	23.9
2007	25.4	25.1	24.0	22.8	25.1	24.7	25.3	26.0	24.9	23.9	24.6	24.6
2008	23.6	23.3	22.6	23.7	24.4	23.7	24.2	23.7	25.8	24.6	24.1	24.2
2009	24.0	22.1	22.4	22.0	24.7	25.4	24.8	25.1	25.5	24.7	24.4	23.7
2010	24.1	24.0	23.9	24.1	23.5	23.4	24.3	24.4	24.2	24.8	24.0	23.0
2011	23.3	22.7	21.0	20.7	25.3	25.1	25.6	25.8	25.3	22.5	23.0	21.2
ESTACION:	YUNGAY/000444/DRE-04						LAT.:	9°	8`	"S"	DPTO.:	ANCASH
							LONG.:	77°	45`	"W"	PROV.:	YUNGAY
PARAMETRO:	TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)						ALT.:	2527	msnm		DIST.:	YUNGAY
AÑO	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	5.9	3.5	4.7	5.5	7.3	6.1	5.9
2004	5.8	6.1	7.1	6.0	6.0	4.9	6.0	5.1	5.6	6.7	5.4	6.4
2005	5.6	7.5	7.1	6.2	6.3	4.4	4.6	5.2	5.9	6.8	6.4	6.5
2006	6.9	6.5	7.8	6.2	5.5	5.0	4.8	5.9	6.4	5.5	6.7	7
2007	7.4	7.8	5.0	5.9	5.8	4.4	4.9	5.8	5.7	8.8	10.0	9.4
2008	10.6	11.2	9.6	10.5	9.6	8.1	7.2	8.2	9.7	9.8	9.9	9.4
2009	9.6	11.2	10.6	10.4	10.4	8.3	8.5	8.1	8.0	10.7	10.5	11.9
2010	11.4	11.8	12.7	11.5	9.4	7.6	9.0	7.5	9.3	9.2	9.0	8.6
2011	10.0	9.4	7.2	6.2	9.2	5.7	6.4	7.1	7.7	6.8	7.1	7.6
ESTACION	: SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO /000426 /DRE-04						LAT.	:	9 ° 30 ' "	"S"	DPTO. :	ANCASH
PARAMETRO	: TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)						LONG.	:	77 ° 31 ' "	"W"	PROV. :	HUARAZ
							ALT.	:	3079	msnm	DIST. :	INDEPENDENCIA
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
2002	S/D	20.9	20.6	20.8	22.4	22.4	22.8	23.3	23.3	22.9	20.0	22.3
2003	22.1	22.4	21.7	22.2	22.8	22.9	23.2	23.9	24.0	24.2	24.2	21.0
2004	23.2	21.3	22.7	22.1	23.0	22.4	22.1	23.3	22.8	22.7	21.7	21.6
2005	22	23.3	20.6	22.7	23.3	23.8	24.2	24.5	24.8	23.7	24.1	22.0
2006	22.5	21.5	21.0	21.3	22.7	22.4	23.9	24.2	24.4	23.3	22.3	21.4
2007	22.6	22.3	21.2	21.5	22.0	22.8	22.8	23.7	23.9	23.2	23.1	22.0
2008	S/D	20.8	20.2	21.4	22.0	22.5	22.6	24.2	24.5	22.6	22.3	22.3

ESTACION		: SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO /000426 /DRE-04						LAT.		: 9 ° 30 ' "S"		DPTO.		: ANCASH	
PARAMETRO		: TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)						LONG.		: 77 ° 31"		PROV.		: HUARAZ	
								ALT.		: 3079 msnm		DIST.		INDEPENDENCIA	
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.			
2002	S/D	8.9	8.7	8.0	6.7	4.8	4.7	5.0	6.4	7.6	7.7	8.7			
2003	8.5	8.3	8.3	8.0	6.6	4.9	4.0	4.4	6.1	7.0	6.4	8.2			
2004	6.1	7.3	7.6	5.2	5.3	3.0	3.5	2.1	4.1	5.5	4.9	5.1			
2005	5.4	9.3	8.9	8.1	4.9	4.1	3.4	4.5	6.3	7.6	6.2	7.6			
2006	7.3	9.0	8.5	8.0	5.1	5.4	4.3	5.9	5.8	6.6	8.0	8.0			
2007	8.7	7.8	8.6	8.4	7.1	4.1	4.7	4.9	6.4	7.1	7.9	7.0			
2008	S/D	7.9	7.7	7.8	6.2	3.9	2.9	3.1	5.7	8.0	8.4	7.4			

ESTACION		: RECUAY /000441 /DRE-04						LAT.		: 9 ° 43 ' "S"		DPTO.		: ANCASH	
PARAMETRO		: TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)						LONG.		: 77 ° 22 ' "W"		PROV.		: RECUAY	
								ALT.		: 3444 msnm		DIST.		: RECUAY	
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.			
2002	20.4	19.0	19.2	19.1	21.0	20.5	21.2	22.2	22.5	S/D	19.4	19.8			
2003	19.8	19.6	19.5	20.6	20.5	21.4	21.6	22.6	22.5	22.7	22.4	S/D			
2004	21.3	19.3	20.4	20.3	21.6	20.7	20.9	21.5	20.9	19.7	19.9	19.9			
2005	20.2	20.9	18.5	20.2	21.1	21.7	22.4	22.4	22.5	S/D	S/D	S/D			
2006	S/D	S/D	S/D	S/D	23.5	22.1	S/D	22.1	22.4	21.7	21.0	19.9			
2007	20.6	20.5	20.0	19.8	20.3	21.0	21.1	22.0	21.4	21.1	20.7	21.5			
2008	19.5	20.6	18.5	19.7	20.8	21.4	21.3	22.0	22.0	20.2	20.4	19.9			
2009	19.2	17.7	18.3	19.3	19.7	21.2	21.3	22.4	22.9	20.8	19.5	18.7			
2010	20.2	20.5	20.2	22.1	22.2	22.7	22.5	22.8	22.1	21.7	21.0	18.8			
2011	19.3	18.2	19.2	19.9	21.2	22.5	21.5	21.6	21.3	21.2	20.9	S/D			

ESTACION		: RECUAY /000441 /DRE-04						LAT.		: 9 ° 43 ' "S"		DPTO.		: ANCASH	
PARAMETRO		: TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)						LONG.		: 77 ° 22 ' "W"		PROV.		: RECUAY	
								ALT.		: 3444 msnm		DIST.		: RECUAY	
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.			
2002	6.2	7.6	6.9	6.4	4.8	2.6	2.1	2.1	3.1	S/D	6.8	7.3			
2003	7.2	5.7	5.2	7.2	5.4	2.2	1.3	2.4	2.4	4.8	4.4	7.0			
2004	5.4	6.6	7.0	4.8	4.0	1.9	1.9	1.0	4.6	5.9	6.0	6.5			
2005	5.5	7.5	7.5	6.5	2.7	1.0	-0.5	0.1	2.6	S/D	S/D	S/D			
2006	S/D	S/D	S/D	S/D	1.1	2.2	S/D	2.1	2.7	4.0	6.0	7.0			
2007	7.7	6.2	6.9	5.8	4.0	1.0	1.1	1.3	3.1	4.5	4.9	4.4			
2008	5.3	5.6	5.0	5.6	3.3	2.1	0.4	2.3	3.0	5.6	6.7	5.6			
2009	6.8	7.2	6.4	6.4	5.3	4.2	3.5	1.9	3.4	5.1	5.8	7.5			
2010	7.0	7.6	7.1	6.9	4.4	1.4	1.1	0.7	2.8	2.7	2.9	4.4			
2011	6.1	6.1	5.7	5.5	2.7	1.5	1.0	1.6	4.1	3.9	5.7	5.9			

*Nota:* La tabla nos muestra todos los datos de las temperatura máxima y mínima media mensual que usaremos para determinar los cálculos de ETP, Tomado de SENAMHI (2012).

**Tabla 9** Tabla de Radiación solar extraterrestre en MJ m-2 d-1

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	36.2	37.5	37.9	36.8	34.8	33.4	33.9	35.7	37.2	37.4	36.3	35.6
-2	36.9	37.9	38	36.4	34.1	32.6	33.1	35.2	37.1	37.7	37	36.4
-4	37.6	38.3	38	36	33.4	31.8	32.3	34.6	37	38	37.6	37.2
-6	38.3	38.7	38	35.6	32.7	30.9	31.5	34	36.8	38.2	38.2	38
-8	38.9	39	37.9	35.1	31.9	30	30.7	33.4	36.6	38.4	38.8	38.7
-10	39.5	39.3	37.8	34.6	31.1	29.1	29.8	32.8	36.3	38.5	39.3	39.4
-12	40.1	39.6	37.7	34	30.2	28.1	28.9	32.1	36	38.6	39.8	40
-14	40.6	39.7	37.5	33.4	29.4	27.2	27.9	31.3	35.6	38.7	40.2	40.6
-16	41.1	39.9	37.2	32.8	28.5	26.2	27	30.6	35.2	38.7	40.6	41.2
-18	41.5	40	37	32.1	27.5	25.1	26	29.8	34.7	38.7	40.9	41.7
-20	41.9	40	36.6	31.3	26.6	24.1	25	28.9	34.2	38.6	41.2	42.1

*Nota:* Esta tabla está en MJulio/m2 /día, para pasar a mm./día multiplicar por 0.4082. citado en: Generación de una Base de Datos de Evapotranspiración Grillada y de alta resolución a Nivel Nacional (1981-2014) (Allen et al., 1998 citado en SENAMHI, 2015)

**Tabla 10** Tabla de Factor de Fondo y Factor de orilla para la aplicación de la formula Blench

<b>Fb: Factor de fondo</b>		<b>Fs: Factor de orilla, cuyos valores promedio</b>	
Descripción	Fb	Descripción	Fs
Para material fino	0.8	Material suelto	0.1
Para material grueso	1.2	Material ligeramente cohesivo	0.2
		Materiales cohesivos	0.3

*Nota:* Para el cálculo tomaremos como dato según el rio Allpa Rumi Fd: 0.8 y Fs: 0.3, esta tabla está citado en: (US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Ponce,2015)

**Tabla 11** Valores de A y m para causas estables, aplicable para la formula Altunin

Codigo	Zona del Rio y conducción del cauce	Parámetro A		Valores del exponente m cuando K=10	
		Tipo de sección		a	b
		a	b	a	b
1	Zona de alta montaña, Cauce rocoso cubierto de piedras	0.5	0.75	...	1
2	Zona de montaña. Cauce formado con cantos rodados, boleó y guijarros. Rápidas y pendiente cercano a la critica	0.75	0.9	1	0.8

3	Zona en las faldas de la montaña. Llegada del río al valle. Cauce formado por guijarros, grava y arena. Corriente tranquila.		0.9	1	0.8	0.75
4	Zona intermedia. Cauce formado por arena gruesa, media y fina. Corriente tranquila		1	1.1	0.75	0.7
5	a.	Río Caudaloso	1.1	1.3	0.75	0.7
6	b.	Río poco caudaloso	1.3	1.7	0.6	0.5

*Dato:* De esta tabla usaremos para el río en estudio de tipo a y código 4 donde  $A=1.00$ , esta tabla está referenciado en: (USBR citado en Ponce,2015)

**Tabla 12** *Tabla de Condiciones del Fondo del Río para el la formula Simons Y Henderson*

Condiciones de fondo del río	$K_1$
Fondo y Orillas de Arena	5.7
Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo	4.2
Fondo y Orillas de Material Cohesivo	3.6
Fondo y Orillas del Cauce de Grava	2.9
Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo	2.8

*Dato:* De esta tabla usaremos para el río en estudio  $K_1=2.9$ , esta tabla está citado en: (US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Ponce,2015)

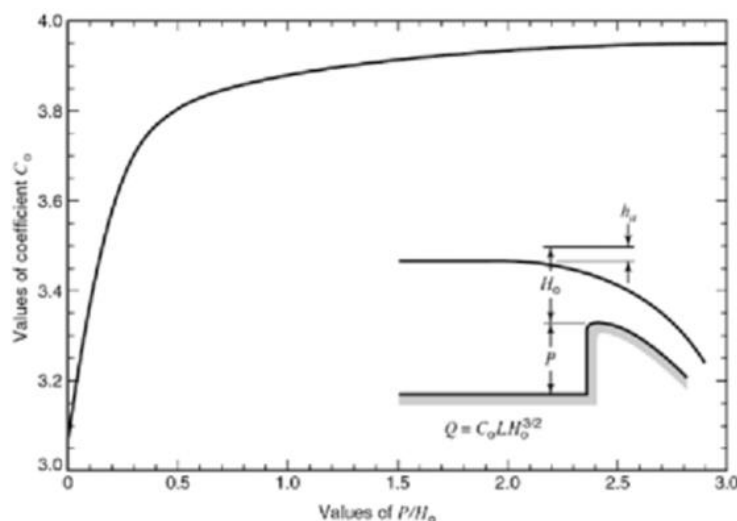
**Tabla 13** *Tabla del coeficiente de Rugosidad para el método de COWAN*

<b>"n" Coeficiente de Rugosidad</b>			
Condiciones generales del Canal o Cauce			Valores
Material Involucrado o Considerado	Tierra	<b>n<sub>0</sub></b>	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave o Liso	<b>n<sub>1</sub></b>	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010

	Severo		0.020
	Gradual		0.000
Variaciones de la Sección Transversal	Ocasionalmente Alternante	<b>n<sub>2</sub></b>	0.005
	Frecuentemente Alternante		0.010-0.015
	Insignificante o despreciable		0.000
Efecto relativo a las Obstrucciones	Menor	<b>n<sub>3</sub></b>	0.010-0.015
	Alta o Apreciable		0.020-0.030
	Muy Alta o Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	<b>n<sub>4</sub></b>	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy Alta		0.050-0.100
Grado de Efecto por los Meandros	Menor	<b>m<sub>5</sub></b>	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

*Dato:* se obtendrán coeficientes para determinar el “n”, esta tabla se obtiene de: (US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Ponce,2015)

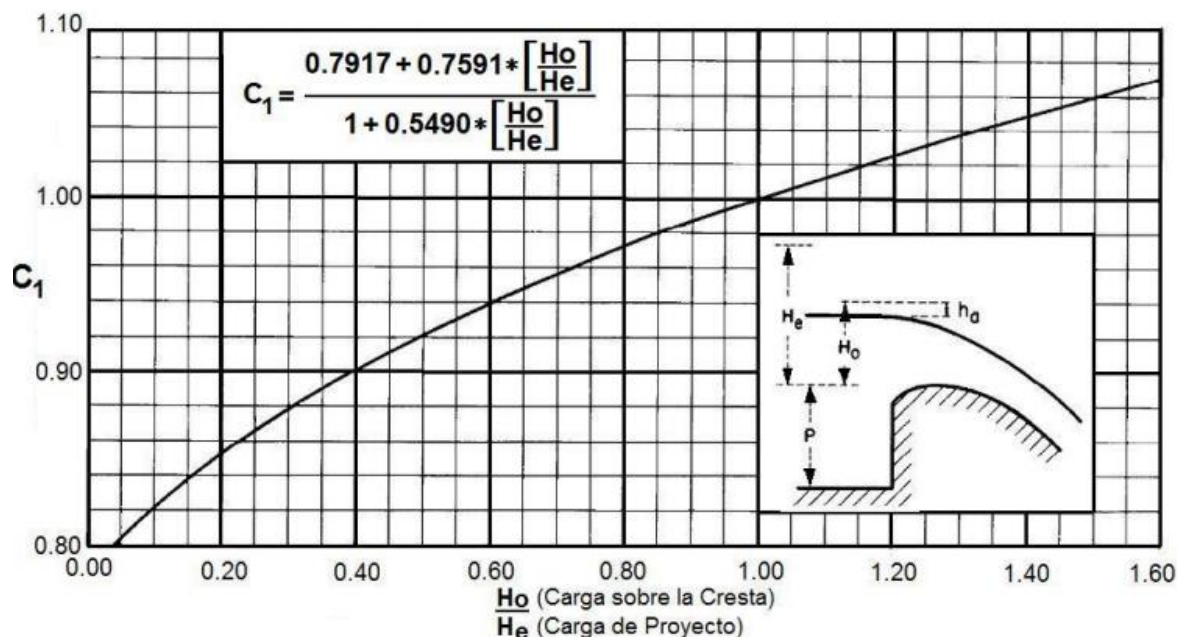
**Tabla 14** Coeficiente de descarga para la cresta de cimacio en pared vertical ( $C_o$ )



*Dato:* Servirá para determinar  $C_o$  a partir de  $P/H_o$ , descrito en: (elaboración propia obtenido de: (USBR, US Army Corp. Of engineers citado en Montaña, 2009)

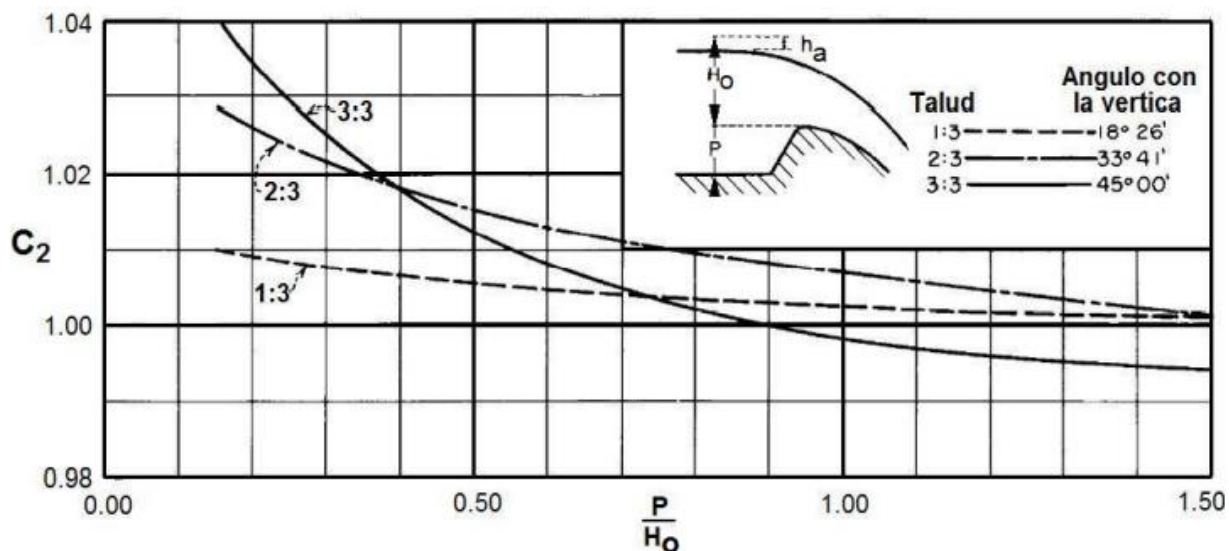


**Tabla 15** Coeficiente de afectación para cargas diferentes a la del proyecto ( $C_1$ )

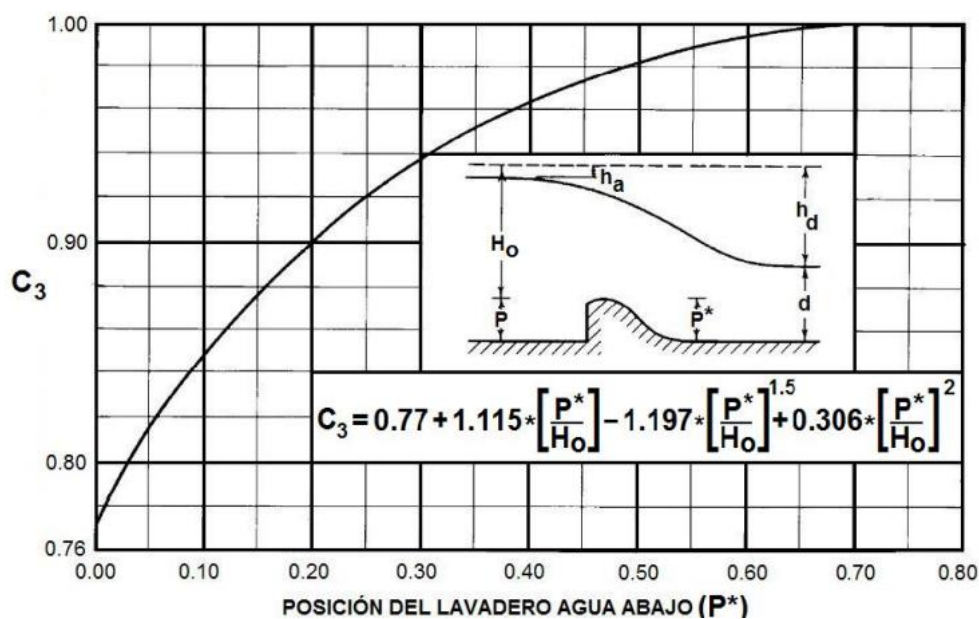


*Dato:* si  $H_e=H_o$ , entonces  $C_1=1.00$ , de lo contrario se determinará en la figura. Descrito por (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

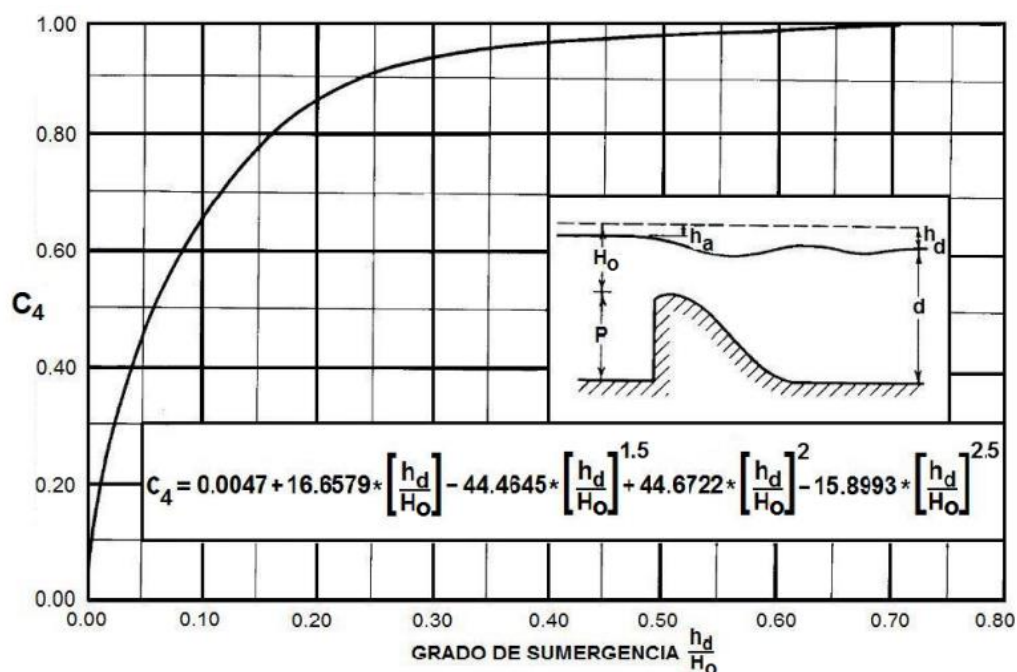
**Tabla 16** Coeficiente de Afectación por inclinación del paramento del Talud ( $C_2$ )



*Dato:* si el talud es vertical, entonces  $C_2=1.00$ , de lo contrario se determinará en la figura. Descrito por (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

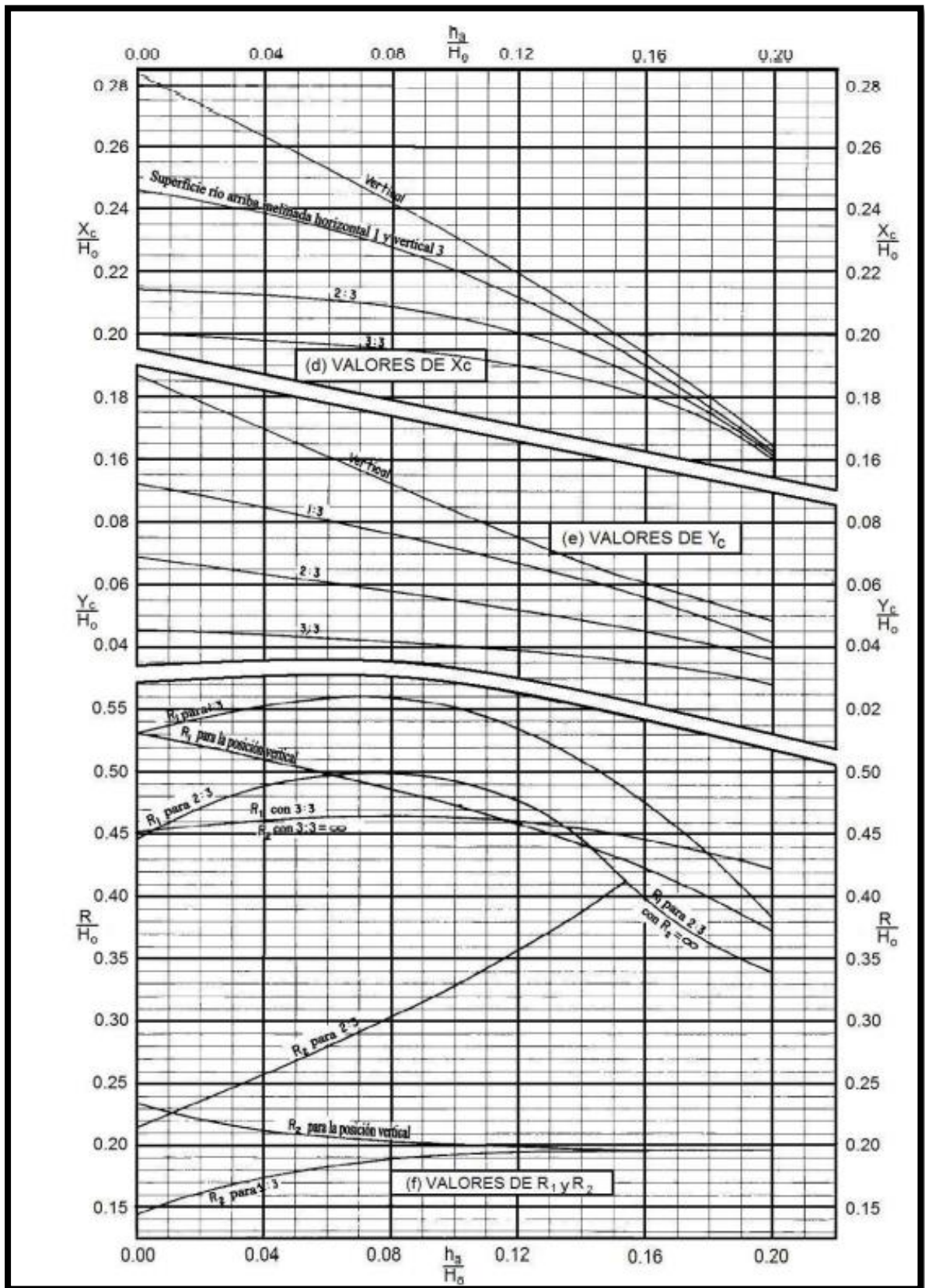
**Tabla 17** Coeficiente de Afectación por efecto del lavado aguas abajo ( $C_3$ )

*Dato* Cuando el flujo del río es supercrítico se sabe que el  $C_3 = 1$ , de lo contrario se determinará en la figura. Descrito por (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

**Tabla 18** Coeficiente de Afectación por Sumersión ( $C_4$ )

*Dato* Esta solo tiene efecto cuando ( $d > P$ ) de lo contrario  $C_4 = 1$ , de lo contrario se determinará en la figura. Descrito por (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

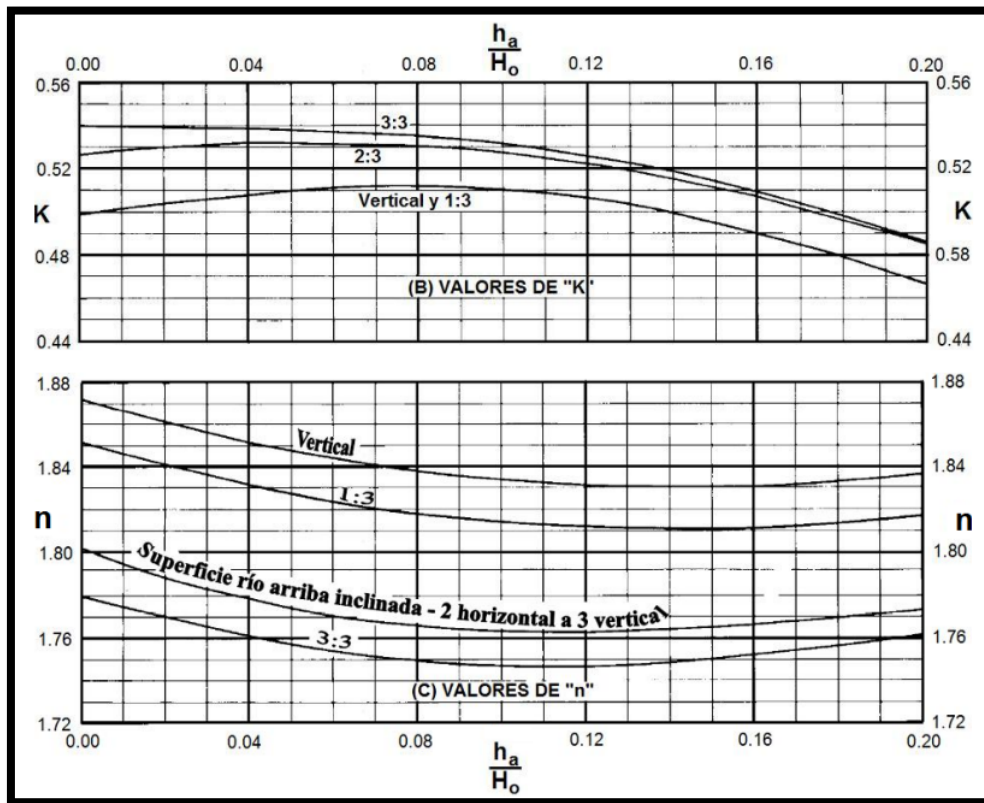
Tabla 19 Valores de  $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $R_1$  y  $R_2$  del vertedero Perfil tipo estándar WES



Dato: Se calcula  $h_a/H_0$  para buscar los valores de  $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $R_1$  y  $R_2$ : (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña, 2009)

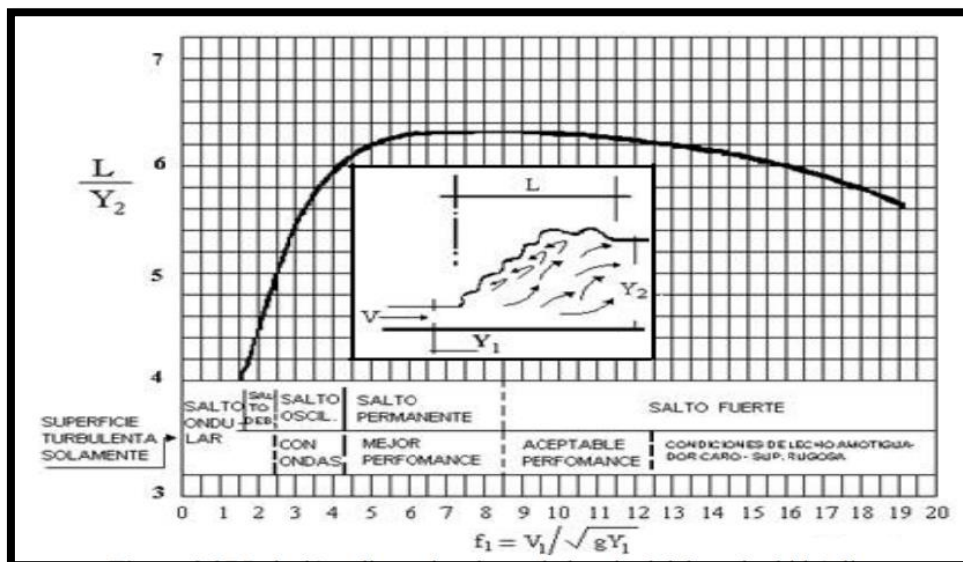


**Tabla 20** Factores para la determinación de las constantes “K” y “n” del vertedero



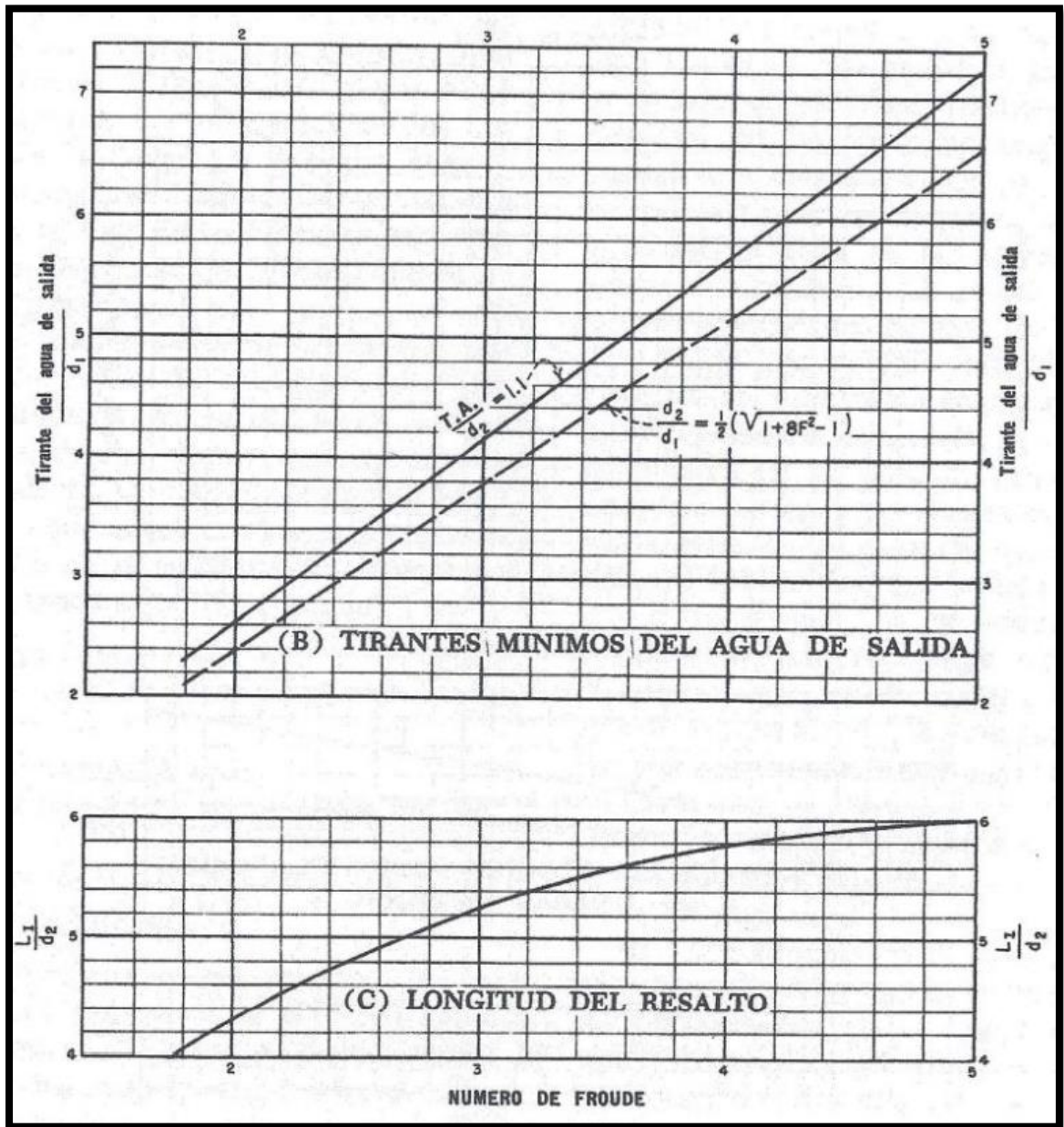
Dato: Se calculará la relación de  $h_a/H_o$  para buscar en la tabla el valor de  $n$  y  $k$ , tabla descrita en: (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

**Tabla 21** Relación adimensional para la longitud del resalto Hidráulico ( $L_r$ )



Dato: a Través de  $Fr$  se calculará ( $L_r$ ), tabla descrita en: (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

**Tabla 22** Relación adimensional para la longitud del resalto Hidráulico ( $L_r$ ) y Tirante de agua en resalto Hidráulico ( $TA$ )



Dato: a Través de  $Fr$  se calculará ( $L_r$ ) y ( $TA$ ), tabla descrita en: (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

**Tabla 23** Valores del coeficiente “C” en función del Material de Fondo del Rio.

Material lecho del Cauce	BLIGH“C”	LANE “C”
Arena fina y/o limo	18	8.5
Arena fina	15	7
Arena tamaño medio	-	6
Arena gruesa	12	5
Grava fina	-	4
Grava media	-	3.5
Gravas y arenas	9	3.5
Grava gruesa	-	3
Boloneria con grava	-	2.5
Boloneria, grava y arena	4 _ 6	2.5
Boloneria grande	4 _ 6	
Arcilla plástica	6 _ 7	2
Arcilla de consistencia media	6 _ 7	1.8
Arcilla dura	6 _ 7	1.6
Arcilla muy dura	6 _ 7	

*Dato:* A través de los parámetros del río en estudio se calculará (C) descrita en: (Diseño de Pequeños diques -US. Department of the Interior Bureau of Reclamation citado en Montaña,2009)

**Tabla 24** Licencia de uso de agua con fines agrario-agrícola con Resolución Directoral 1626-2019-ANA/AAA H CH al comité de Usuarios Florida Auquipampa

Fuente de agua	Volúmenes de agua otorgados hasta (m <sup>3</sup> )												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Río Marcará	98 015,00	100 371,00	139 030,00	146 492,00	421 840,00	409 353,00	421 424,00	345 272,00	318 734,00	242 172,00	192 661,00	161 094,00	2 996 458,00
Total	98 015,00	100 371,00	139 030,00	146 492,00	421 840,00	409 353,00	421 424,00	345 272,00	318 734,00	242 172,00	192 661,00	161 094,00	2 996 458,00

*Dato:* Disponibilidad hídrica del río Marcará sacado de (Resolución Directoral 1626-2019-ANA/AAA H CH, 2019)



## 10.2 Vistas Fotográficas.

### VISTA FOTOGRÁFICA 01:

*Se observa producción cultivos de paltos en la localidad de Auquipampa.*



### VISTA FOTOGRÁFICA 02

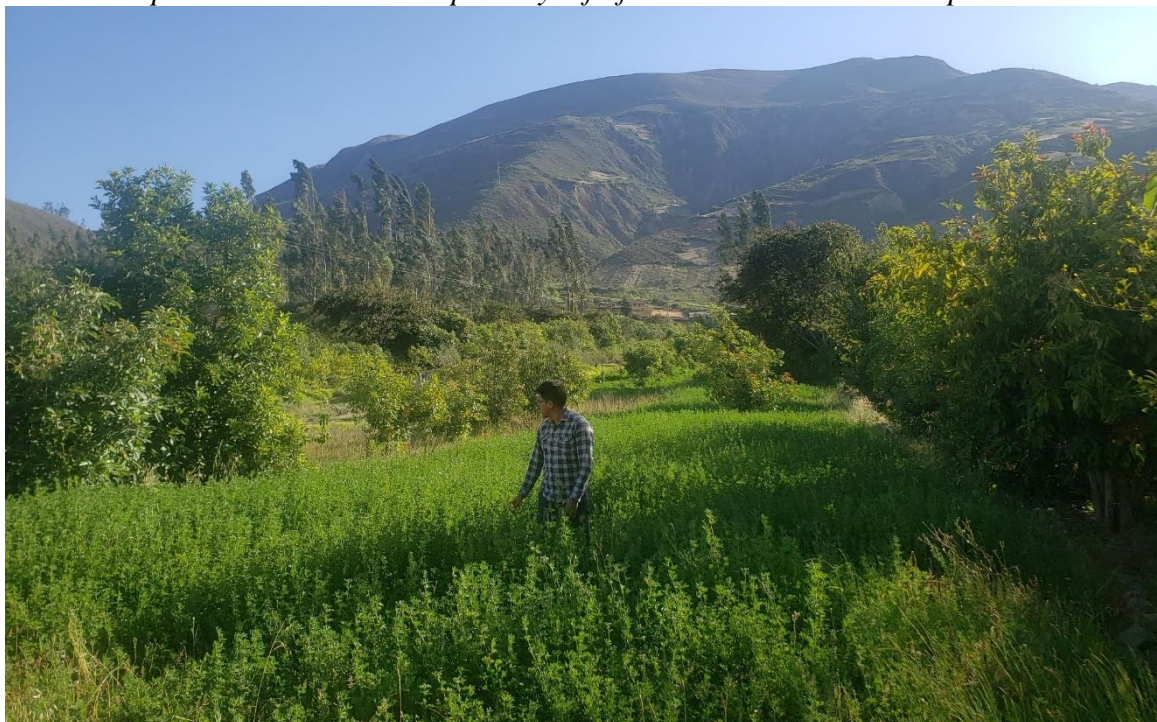
*Se observa producción cultivos de paltos y alfalfa en la localidad de Ampu.*





### VISTA FOTOGRAFICA 03

*Se observa producción cultivos de paltos y alfalfa en la localidad de Rampac Grande*



### VISTA FOTOGRAFICA 04

*Se observa producción cultivos de paltos y alfalfa en la localidad de Mallhuapampa*





## VISTA FOTOGRÁFICA 05

*Se realiza el Levantamiento Topográfico de la bocatoma Allpa Rumi, Río Marcará*



## VISTA FOTOGRÁFICA 06

*Se realiza la medición de las dimensiones del fondo del río aguas arriba y aguas debajo de la bocatoma.*





### VISTA FOTOGRÁFICA 07

*Se observa materiales de obstrucción, restos de forestales en la compuerta móvil*



### VISTA FOTOGRÁFICA 8

*Se observa distancia total de la bocatoma existente*





## VISTA FOTOGRÁFICA 09

*Se observa aguas debajo de la bocatoma existente.*



## VISTA FOTOGRÁFICA 10

*Se observa aguas debajo de la bocatoma existente.*





### VISTA FOTOGRÁFICA 11

*Se observa perfil del rio aguas arriba de la bocatoma existente.*



### VISTA FOTOGRÁFICA 12

*Se realiza aguas levantamiento topográfico del rio aguas arriba de la bocatoma existente.*





### VISTA FOTOGRÁFICA 13

*Se realiza aguas levantamiento topográfico del rio aguas arriba de la bocatoma existente.*



### VISTA FOTOGRÁFICA 14

*Se realiza aguas levantamiento topográfico del rio aguas arriba de la bocatoma existente.*





### Vista fotográfica 15

*Se realiza el análisis básico del agua, (conductividad hidráulica y el pH del rio marcará)*



### Vista fotográfica 15

*Se observa los valores obtenidos ph:6.91 y conductividad 178.1*



### 10.3 Hojas de cálculo.

#### 10.3.1 Estudio Agronómico.

#### DETERMINACION DE LA TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL DE LAS ESTACIONES VECINAS AL PROYECTO

ESTACIONES	ALTITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
YUNGAY	2527	23.89	23.34	22.66	22.37	24.09	24.15	24.86	24.96	25.19	24.38	23.45	23.19
HUARAZ	3079	22.48	21.79	21.14	21.71	22.60	22.74	23.09	23.87	23.96	23.23	22.53	21.80
RECUAY	3444	20.06	19.59	19.31	20.11	21.19	21.52	21.53	22.16	22.05	21.14	20.58	19.79

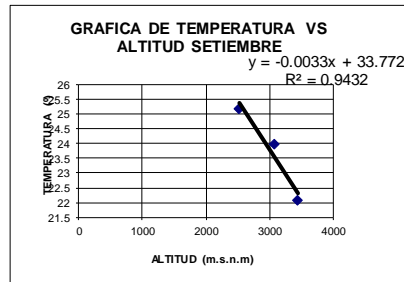
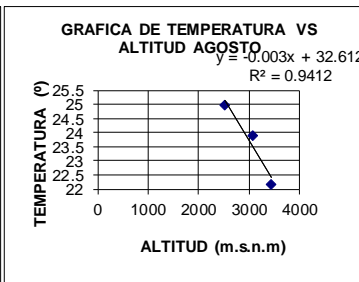
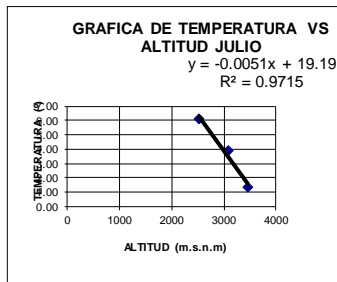
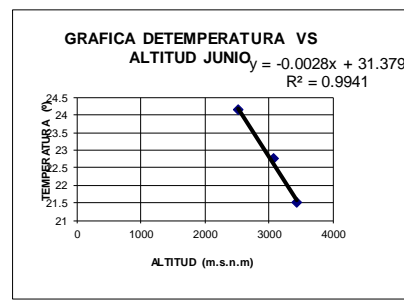
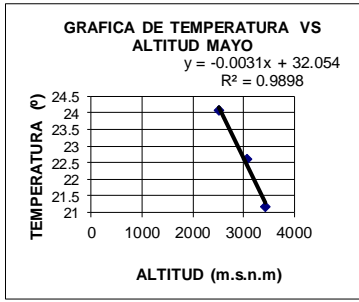
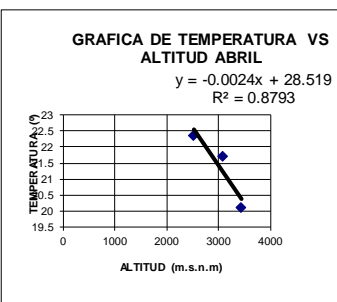
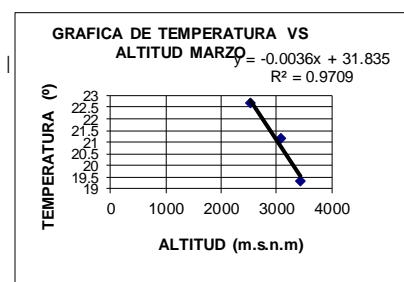
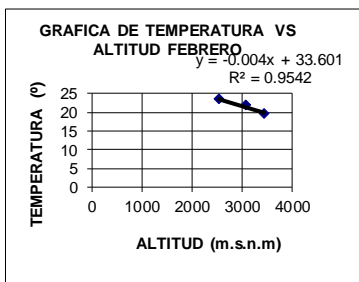
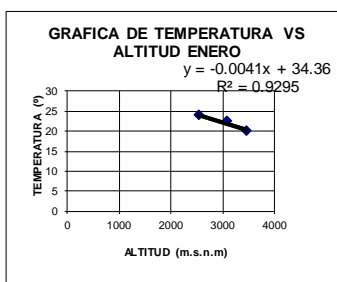
#### ECUACION DE REGRESION LINEAL PARA HALLAR LA TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (E) EN FUNCION DE LA ALTITUD (h)

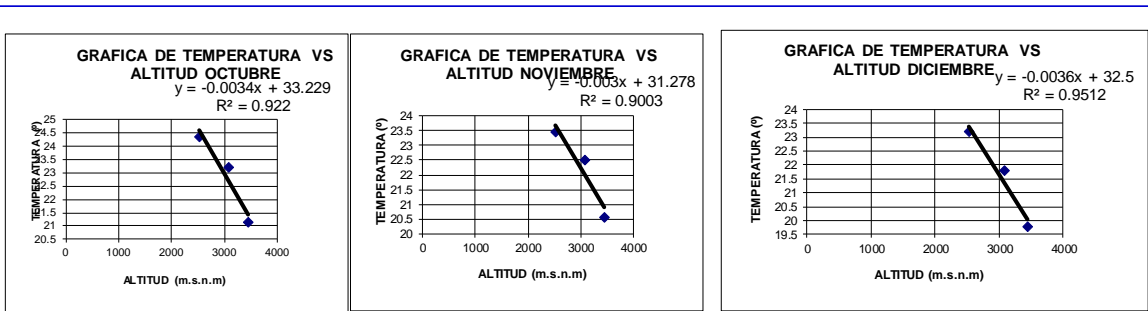
MES	PARAMETROS DE LA ECUACION			r <sub>cal</sub>	r <sub>crit</sub>	r <sub>cal</sub> > r <sub>crit</sub>
	A	B	r <sup>2</sup>			
Enero	34.36	-0.0041	0.9295	0.964	0.532	si
Febrero	33.601	-0.004	0.9542	0.977	0.532	si
Marzo	31.835	-0.0036	0.9709	0.985	0.532	si
Abril	28.519	-0.0024	0.8793	0.938	0.532	si
Mayo	32.054	-0.0031	0.9898	0.995	0.532	si
Junio	31.379	-0.0028	0.9941	0.997	0.532	si
Julio	34.003	-0.0036	0.9938	0.997	0.532	si
Agosto	32.612	-0.003	0.9412	0.970	0.532	si
Septiembre	33.772	-0.0033	0.9432	0.971	0.532	si
Octubre	33.229	-0.0034	0.992	0.996	0.532	si
Noviembre	31.278	-0.003	0.9003	0.949	0.532	si
Diciembre	32.5	-0.0036	0.9512	0.975	0.532	si

#### TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL ESTIMADA TERRENOS DE ESTUDIO

Altitud media = 2,665.00 msnm

MES	PARAMETROS DE LA ECUACION		TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL (°C)
	A	B	
Enero	34.36	-0.0041	23.43
Febrero	33.601	-0.004	22.94
Marzo	31.835	-0.0036	22.24
Abril	28.519	-0.0024	22.12
Mayo	32.054	-0.0031	23.79
Junio	31.379	-0.0028	23.92
Julio	34.003	-0.0036	24.41
Agosto	32.612	-0.003	24.62
Septiembre	33.772	-0.0033	24.98
Octubre	33.229	-0.0034	24.17
Noviembre	31.278	-0.003	23.28
Diciembre	32.5	-0.0036	22.91
<b>Temp. Media Anual</b>			<b>23.57</b>





**TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL DE LAS ESTACIONES VECINAS AL PROYECTO**

ESTACIONES	ALTITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
YUNGAY	2527	8.41	8.94	8.39	7.86	7.78	6.03	6.10	6.40	7.09	7.96	7.90	8.08
HUARAZ	3079	7.20	8.36	8.33	7.64	5.99	4.31	3.93	4.27	5.83	7.06	7.07	7.43
RECUAY	3444	6.36	6.68	6.41	6.12	3.77	2.01	1.32	1.55	3.18	4.56	5.47	6.18

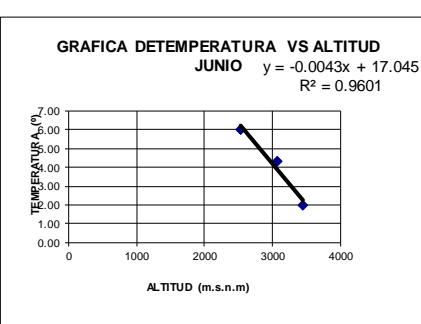
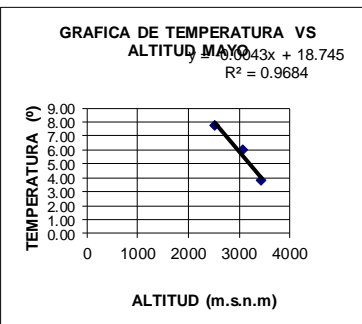
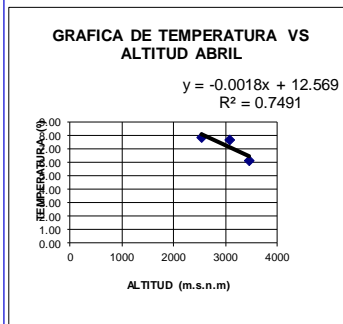
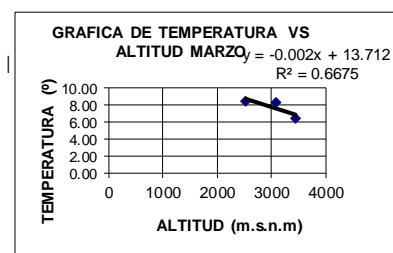
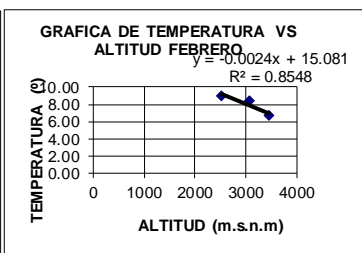
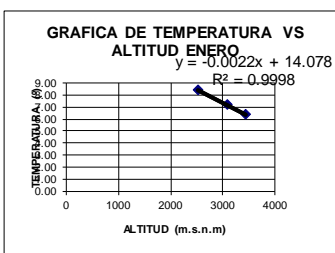
**ECUACION DE REGRESION LINEAL PARA HALLAR LA TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (E) EN FUNCION DE LA ALTITUD (h)**

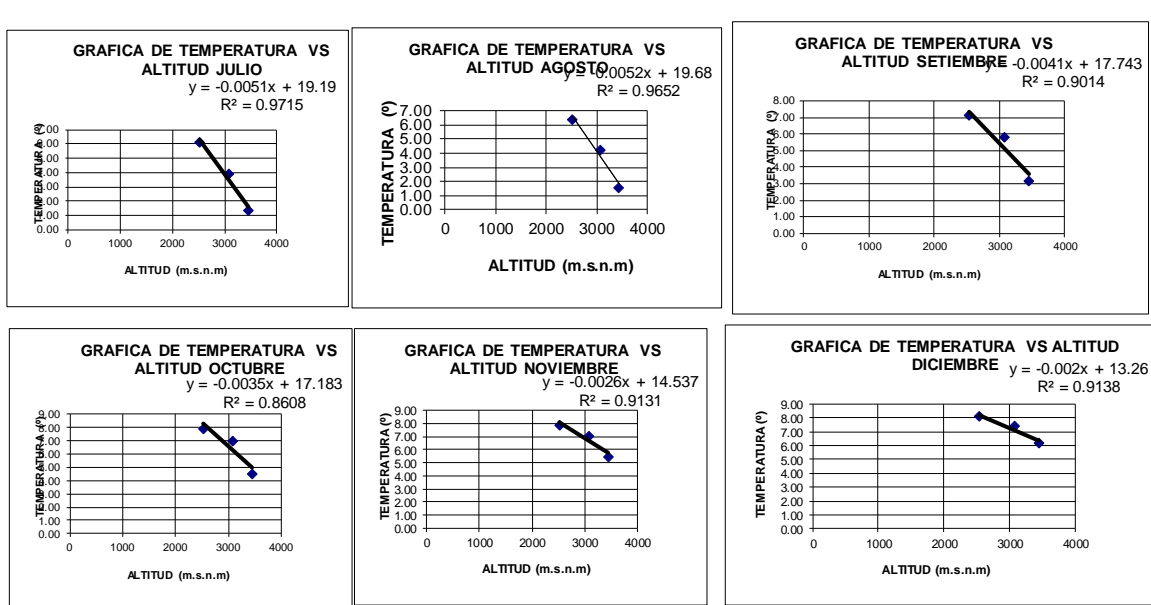
MES	PARAMETROS DE LA ECUACION			r <sub>cal</sub>	r <sub>crit</sub>	r <sub>cal</sub> > r <sub>crit</sub>
	A	B	r <sup>2</sup>			
Enero	14.078	-0.0022	0.9998	1.000	0.532	si
Febrero	15.081	-0.0024	0.8584	0.926	0.532	si
Marzo	13.712	-0.002	0.6675	0.817	0.532	si
Abril	12.569	-0.0018	0.7491	0.866	0.532	si
Mayo	18.745	-0.0043	0.9684	0.984	0.532	si
Junio	17.045	-0.0043	0.9601	0.980	0.532	si
Julio	19.19	-0.0051	0.9715	0.986	0.532	si
Agosto	19.68	-0.0052	0.9652	0.982	0.532	si
Septiembre	17.743	-0.0041	0.9014	0.949	0.532	si
Octubre	17.183	-0.0035	0.8608	0.928	0.532	si
Noviembre	14.537	-0.0026	0.9131	0.956	0.532	si
Diciembre	13.26	-0.002	0.9138	0.956	0.532	si

**TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL ESTIMADA TERRENOS DE ESTUDIO**

Altitud media = 2,665.00 msnm

MES	PARAMETROS DE LA ECUACION		TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL (°C)
	A	B	
Enero	14.078	-0.0022	8.22
Febrero	15.081	-0.0024	8.69
Marzo	13.712	-0.002	8.38
Abril	12.569	-0.0018	7.77
Mayo	18.745	-0.0043	7.29
Junio	17.045	-0.0043	5.59
Julio	19.19	-0.0051	5.60
Agosto	19.68	-0.0052	5.82
Septiembre	17.743	-0.0041	6.82
Octubre	17.183	-0.0035	7.86
Noviembre	14.537	-0.0026	7.61
Diciembre	13.26	-0.002	7.93
<b>Temp. Media Anual</b>			<b>7.30</b>





### CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL MEDIANTE LA FORMULA DE HARGREAVES y SANAMI 1985

Esta dada por:

$$ET_0 = 0,0135 (T_{med} + 17.78)R_s$$

Donde:

ET<sub>0</sub> = evapotranspiración potencial diaria, mm/día

T<sub>med</sub> = temperatura media °C

R<sub>s</sub> = radiación solar incidente, convertida en mm/día

#### Obtención de la radiación solar incidente (R<sub>s</sub>)

Samani (2000) propone la siguiente formula:

$$R_s = R_o * KT * (t_{max} - t_{min})^{0.5}$$

donde:

R<sub>s</sub> = Radiación solar incidente

R<sub>o</sub> = Radiación solar extraterrestre (tabulada)

KT = coeficiente

t<sub>max</sub> = temperatura máxima

t<sub>min</sub> = temperatura mínima

**KT:** Hargreaves (citado en Samani, 2015) recomienda KT = 0.162 para regiones del interior y KT = 0.19 para regiones costeras.

Tabla 3.1: Tabla de Radiación solar extraterrestre en MJ m-2 d-1												
LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	36.2	37.5	37.9	36.8	34.8	33.4	33.9	35.7	37.2	37.4	36.3	35.6
-2	36.9	37.9	38	36.4	34.1	32.6	33.1	35.2	37.1	37.7	37	36.4
-4	37.6	38.3	38	36	33.4	31.8	32.3	34.6	37	38	37.6	37.2
-6	38.3	38.7	38	35.6	32.7	30.9	31.5	34	36.8	38.2	38.2	38
-8	38.9	39	37.9	35.1	31.9	30	30.7	33.4	36.6	38.4	38.8	38.7
-10	39.5	39.3	37.8	34.6	31.1	29.1	29.8	32.8	36.3	38.5	39.3	39.4
-12	40.1	39.6	37.7	34	30.2	28.1	28.9	32.1	36	38.6	39.8	40
-14	40.6	39.7	37.5	33.4	29.4	27.2	27.9	31.3	35.6	38.7	40.2	40.6
-16	41.1	39.9	37.2	32.8	28.5	26.2	27	30.6	35.2	38.7	40.6	41.2
-18	41.5	40	37	32.1	27.5	25.1	26	29.8	34.7	38.7	40.9	41.7
-20	41.9	40	36.6	31.3	26.6	24.1	25	28.9	34.2	38.6	41.2	42.1

fuelle: Generación de una Base de Datos de Evapotranspiración Grillada y de alta resolución a Nivel Nacional (1981-2014) (Allen et al., 1998 citado en Senamhi, 2015)

**Dato:** Esta tabla está en MJulio/m2 /día, para pasar a mm./día (de agua evaporada) multiplicar por 0.4082.

**Datos de la ubicación de la Zona de Cultivo**

UBICACIÓN	Latitud	Longitud	Altitud
	"S"	"W"	m.s.n.m
	-9.307	-77.63	2,665.00

**Geográficas**

Longitud:

Latitud:

**UTM**

X:

Y:

Zona:

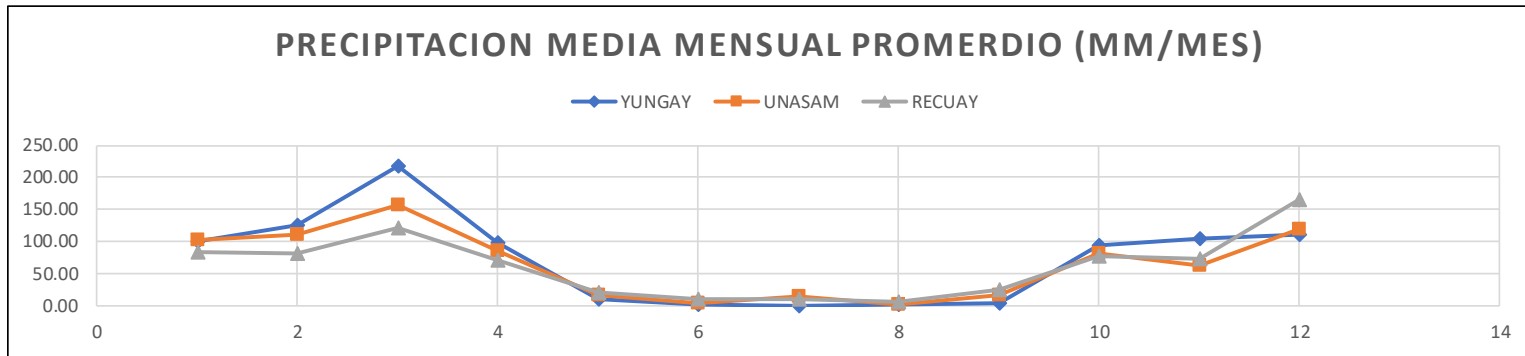
Hemisferio:  N  S

CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL												
VARIABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
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
T max ( °C)	23.43	22.94	22.24	22.12	23.79	23.92	24.41	24.62	24.98	24.17	23.28	22.91
T min (°C)	8.22	8.69	8.38	7.77	7.29	5.59	5.60	5.82	6.82	7.86	7.61	7.93
T med( °C)	15.82	15.81	15.31	14.95	15.54	14.75	15.00	15.22	15.90	16.01	15.45	15.42
KT	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Ro (MJ m-2 d-1)	39.29	39.20	37.83	34.77	31.38	29.41	30.11	33.01	36.40	38.47	39.13	39.16
Ro (mm/día)	16.04	16.00	15.44	14.19	12.81	12.01	12.29	13.47	14.86	15.70	15.97	15.98
Rs	11.01	10.63	10.12	9.46	9.16	9.05	9.38	10.28	11.15	11.16	11.13	10.89
ETP (mm/día)	5.00	4.82	4.52	4.18	4.12	3.97	4.15	4.58	5.07	5.09	4.99	4.88
<b>ETP (mm/mes)</b>	<b>154.87</b>	<b>135.01</b>	<b>140.14</b>	<b>125.44</b>	<b>127.71</b>	<b>119.20</b>	<b>128.73</b>	<b>141.98</b>	<b>152.02</b>	<b>157.84</b>	<b>149.76</b>	<b>151.25</b>

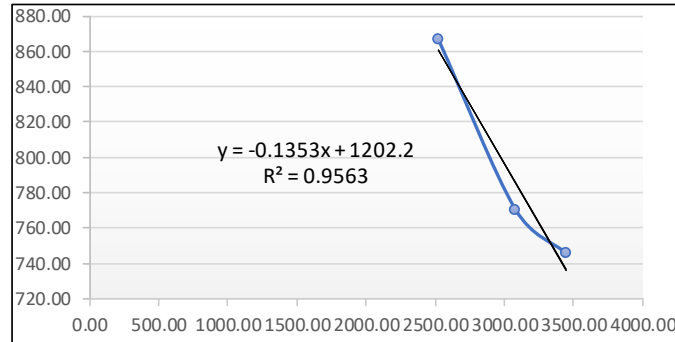


**A) CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE LAS ESTACIONES**

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL PROMEDIO (mm/mes)													
Estacion	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Pp Anual
YUNGAY	101.16	126.26	217.17	98.02	9.30	2.55	0.00	0.75	3.58	94.13	103.39	110.17	866.48
UNASAM	101.84	110.33	156.42	86.39	15.77	4.81	13.64	2.79	17.44	80.49	62.47	118.03	770.42
RECUAY	82.71	81.24	121.09	71.11	21.04	11.04	10.17	6.86	24.16	77.50	74.00	164.65	745.57



Estacion	Altitud (msnm)	Precipitacion Anual (mm/año)
YUNGAY	2527.00	866.48
UNASAM	3079.00	770.42
RECUAY	3444.00	745.57



Formando la ecucion:

$$Pp = a + b.H \quad r^2 = 0.9563$$

$a = 1202.2$   
 $b = -0.1353$   
 $r = 0.9779$



**B) CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL**

de la zona de cultivos = 2665.00 msnm  
 Pp = 841.6255 mm/año

**C) CALCULO DEL FACTOR DE GENERACIÓN**

$$F = Pp \text{ Anual Zona de CultiVo} / Pp \text{ Anual de la estacion mas cercana}$$

F =	0.971
-----	-------

**D) PRESIPITACION ACUMULADA MENSUAL EN LA ZONA DE CULTIVO**

REGIÓN: ANCASH LONGITUD: -77.63  
 PROVINCIA: CARHUAZ LATITUD: -9.307  
 DISTRITO: MARCARÁ,ACOPAMPA,CARHUAZ ALTITUD: 2665.00 msnm  
 LOCALIDAD: MALLAUPAMPA-AMPU FACTOR COF 0.971

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2002.00	123.75	114.42	379.40	92.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	264.10	363.17	134.43
2003.00	207.28	131.13	131.52	20.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.08	20.01	138.41
2004.00	44.49	172.31	56.34	69.45	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	104.71	78.68	67.12
2005.00	38.37	91.21	174.35	62.84	1.94	0.00	0.00	0.00	13.40	21.37	0.00	109.76
2006.00	58.67	153.18	282.65	182.80	0.00	3.30	0.00	2.53	4.18	13.21	58.18	233.12
2007.00	76.05	26.52	460.60	177.65	37.30	0.00	0.00	3.01	5.34	73.14	76.54	44.87
2008.00	116.46	116.36	228.45	95.29	8.94	14.96	0.00	0.00	1.07	115.98	69.16	18.84
2009.00	206.79	127.63	201.55	104.32	12.43	0.00	0.00	1.75	0.00	167.55	107.04	69.84
2010.00	61.87	116.95	133.85	72.46	25.35	4.08	0.00	0.00	4.08	22.83	154.73	185.62
2011.00	48.86	176.68	60.71	73.82	4.37	2.43	0.00	0.00	0.00	100.34	76.73	68.09
N° REGISTROS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PROMEDIO	98.26	122.64	210.94	95.21	9.03	2.48	0.00	0.73	3.48	91.43	100.42	107.01
MAXIMO	207.28	176.68	460.60	182.80	37.30	14.96	0.00	3.01	13.40	264.10	363.17	233.12
MINIMO	38.37	26.52	56.34	20.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.21	0.00	18.84

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Precipitación Anual = 841.63 mm/año



**E) PROBABILIDAD DE OCURRENCIA AL 75% DE LA PRESIPITACION PARA TODOS LOS MESES DEL AÑO**

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL AL 75% PARA LA ZONA DE CULTIVO (mm)													
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Probabilidad
1	207.28	176.68	460.60	182.80	37.30	14.96	0.00	2.53	13.40	264.10	363.17	233.12	9.09
2	206.79	172.31	379.40	177.65	25.35	4.08	0.00	3.01	6.70	167.55	154.73	185.62	18.18
3	123.75	153.18	282.65	104.32	12.43	3.30	0.00	1.75	5.34	115.98	107.04	138.41	27.27
4	116.46	131.13	228.45	95.29	8.94	2.43	0.00	0.00	5.10	104.71	78.68	134.43	36.36
5	76.05	127.63	201.55	92.66	4.37	0.00	0.00	0.00	5.00	100.34	76.73	109.76	45.45
6	61.87	116.95	174.35	73.82	1.94	0.00	0.00	0.00	4.20	73.14	76.54	69.84	54.55
7	58.67	116.36	133.85	72.46	0.00	0.00	0.00	0.00	4.18	31.08	69.16	68.09	63.64
8	<b>48.86</b>	<b>114.42</b>	<b>131.52</b>	<b>69.45</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>4.08</b>	<b>22.83</b>	<b>58.18</b>	<b>67.12</b>	<b>72.73</b>
9	<b>44.49</b>	<b>91.21</b>	<b>60.71</b>	<b>62.84</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.07</b>	<b>21.37</b>	<b>20.01</b>	<b>44.87</b>	<b>81.82</b>
10	38.37	26.52	56.34	20.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.21	0.00	18.84	90.91

INTERPOLANDO AL 75% DE PERSISTENCIA

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	FREC. (%)
P75%	47.76	108.62	113.81	67.80	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	22.46	48.64	61.56	75.00

**F) PRECIPITACION EFECTIVA**

según el Metodo USDA

$$P_e = \frac{P_p * (125 - 0.2 * P_p)}{125} \quad P_p < 250\text{mm}$$

Pp&gt;250mm

$$P_e = 125 + 0.1P_e$$

<https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v39n2/0718-3429-idesia-39-02-85.pdf>

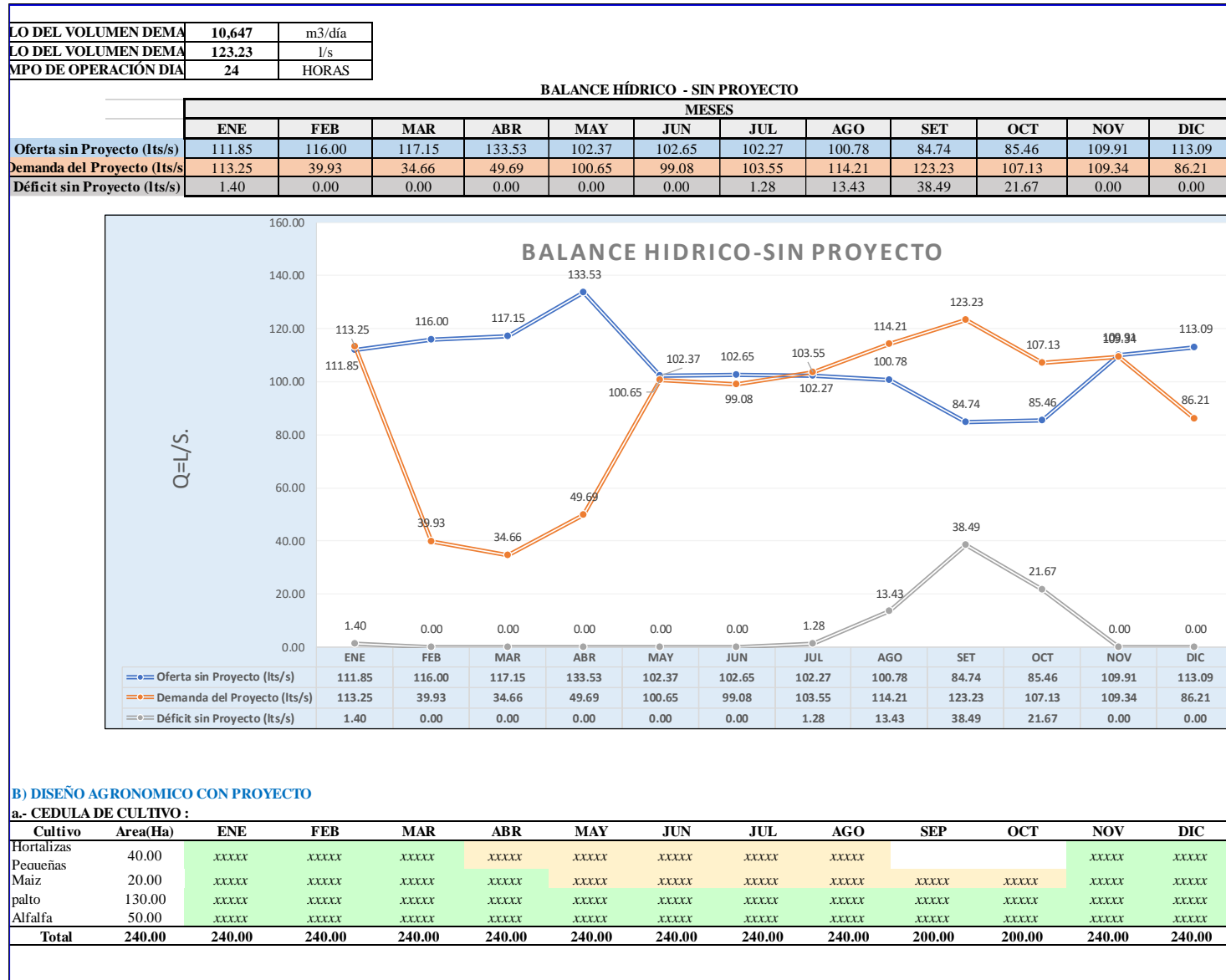
PRECIPITACION EFECTIVA (PE) PARA LA ZONA DE CULTIVO

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N° días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Pe (mm/mes)	<b>44.11</b>	<b>89.74</b>	<b>93.09</b>	<b>60.44</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>3.31</b>	<b>21.65</b>	<b>44.85</b>	<b>55.49</b>
Pe (mm/día)	<b>1.42</b>	<b>3.21</b>	<b>3.00</b>	<b>2.01</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.11</b>	<b>0.70</b>	<b>1.50</b>	<b>1.79</b>



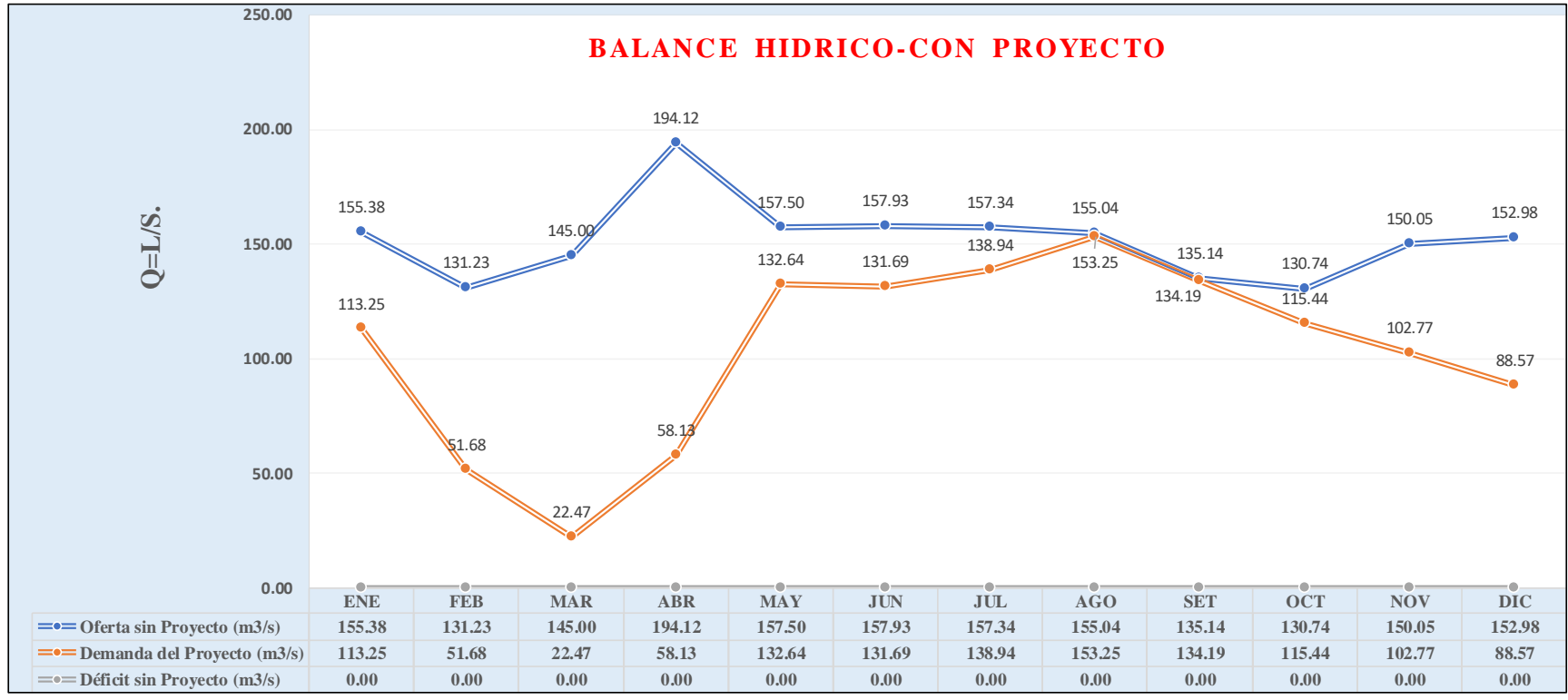
DISEÑO AGRONÓMICO PARA LOS SECOTRES DE SECTORES PURHUAY – AMPU – MARCARÁ – CARHUAZ – ÁNCASH													
A) DISEÑO AGRONÓMICO SIN PROYECTO													
a.- CEDULA DE CULTIVO :													
Cultivo	Area(Ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Hortalizas Pequeñas	40.00	xxxx	xxxx	xxxx								xxxx	xxxx
Maiz	20.00	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx							xxxx	xxxx
palto	130.00	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Alfalfa	50.00	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
<b>Total</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>200.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>
b.- USO CONSUNTIVO Kc :													
Cultivo	Area(Ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Hortalizas Pequeñas	40.00	0.90	0.80	0.80								0.70	0.80
Maiz	20.00	0.90	0.90	0.80	0.70							0.70	0.80
palto	130.00	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Alfalfa	50.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
<b>Total :</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>200.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>180.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>
<b>Kc Ponderado :</b>		<b>0.88</b>	<b>0.87</b>	<b>0.86</b>	<b>0.86</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.83</b>	<b>0.86</b>
CAUDAL DE OFERTA DISPONIBLE DE LA SUB CUENCA MARCARÁ													
Descripción	Unidad	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
LA, Qo( Río Marcará m3/mes	298,015.00	100,371.00	139,030.00	346,492.00	421,840.00	409,353.00	421,424.00	415,272.00	328,734.00	292,172.00	272,661.00	261,094.00	
ALA, Qo( Río Marcará lts/seg	111.27	41.49	51.91	133.68	157.50	157.93	157.34	155.04	126.83	109.08	105.19	97.48	
En uso S.P. ( 65% Qo lts/seg)	72.32	26.97	33.74	86.89	102.37	102.65	102.27	100.78	82.44	70.90	68.38	63.36	
En uso C.P. ( 100% Qo lts/seg)	111.27	41.49	51.91	133.68	157.50	157.93	157.34	155.04	126.83	109.08	105.19	97.48	
CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA Y MÓDULO DE RIEGO:													
CÁLCULO DE LA DEMANDA HÍDRICA "SIN PROYECTO"													
VARIABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Area Cultiva por mes (Ha)	240.00	240.00	240.00	200.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	240.00	240.00	
Kc Ponderado	0.88	0.88	0.87	0.86	0.86	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.83	
EIP	5.00	4.82	4.52	4.18	4.12	3.97	4.15	4.58	5.07	5.09	4.99	4.88	
Oferta Precipitación (mm/mes)	44.11	89.74	93.09	60.44	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	21.65	44.85	55.49	
Precipitación Efectiva (lt/seg)	39.53	89.03	83.41	46.64	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	14.55	41.53	49.73	
Oferta Precipitación (mm/día)	1.42	3.21	3.00	2.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.70	1.50	1.79	
Demanda Cultivo (mm/día)	4.41	4.26	3.92	3.59	3.54	3.49	3.65	4.02	4.45	4.47	4.38	4.07	
Lámina Neta de Riego Ln (mm/día)	2.99	1.05	0.91	1.57	3.54	3.49	3.65	4.02	4.34	3.77	2.89	2.28	
Módulo Neto (lt/s/Ha)	0.35	0.12	0.11	0.18	0.41	0.40	0.42	0.47	0.50	0.44	0.33	0.26	
Eficiencia de Riego (gravedad)	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	
Módulo de Riego (lt/s/Ha)	0.47	0.17	0.14	0.25	0.56	0.55	0.58	0.63	0.68	0.60	0.46	0.36	
<b>Caudal de Diseño (lt/s)</b>	<b>113.25</b>	<b>39.93</b>	<b>34.66</b>	<b>49.69</b>	<b>100.65</b>	<b>99.08</b>	<b>103.55</b>	<b>114.21</b>	<b>123.23</b>	<b>107.13</b>	<b>109.34</b>	<b>86.21</b>	





b.- USO CONSUNTIVO Kc :													
Cultivo	Area(Ha)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Hortalizas	40.00	0.90	0.90	0.90	0.70	0.80	0.90	0.90	0.90			0.70	0.80
Maíz	20.00	0.90	0.90	0.70	0.70	0.70	0.80	0.90	0.90	0.70	0.70	0.70	0.80
palto	130.00	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Alfalfa	50.00	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
<b>Total :</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>	<b>200.00</b>	<b>200.00</b>	<b>240.00</b>	<b>240.00</b>
<b>Kc Ponderado :</b>		<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.87</b>	<b>0.83</b>	<b>0.85</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.86</b>	<b>0.86</b>	<b>0.83</b>	<b>0.86</b>
<b>EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RIEGO</b>													
Ef. Riego (Gravedad)		<b>0.4</b>											
Ef. Riego (Aspersión)		<b>0.7</b>											
Ef. Riego (Goteo)		<b>0.9</b>											
Fuente: MEF, 2003 Citado en MINAGRI (2015)													
Eficiencia de Aplicación Ef =		<b>0.73</b>											
<b>CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA Y MÓDULO DE RIEGO CON PROYECTO:</b>													
VARIABLES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	NOV	
Días	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	
Area Cultiva por mes (Ha)	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	200.00	200.00	240.00	240.00	
Kc Ponderado	0.88	0.88	0.87	0.83	0.85	0.88	0.88	0.88	0.86	0.86	0.83	0.86	
ETP	5.00	4.82	4.52	4.18	4.12	3.97	4.15	4.58	5.07	5.09	4.99	4.88	
Oferta Precipitación (mm/mes)	44.11	89.74	93.09	60.44	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	21.65	44.85	55.49	
Precipitación Efectiva (lt/sep)	39.53	80.41	92.35	54.16	0.00	0.00	0.00	0.00	2.47	16.71	40.19	51.38	
Oferta Precipitación (mm/día)	1.42	2.89	3.32	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.72	1.45	1.85	
Demanda Cultivo (mm/día)	4.41	4.26	3.92	3.48	3.50	3.48	3.67	4.05	4.36	4.38	4.16	4.19	
Lámina Neta de Riego Ln (mm/día)	2.99	1.36	0.59	1.53	3.50	3.48	3.67	4.05	4.25	3.66	2.71	2.34	
Módulo Neto (lt/s/Ha)	0.35	0.16	0.07	0.18	0.41	0.40	0.42	0.47	0.49	0.42	0.31	0.27	
Eficiencia de Riego (Aspersión)	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	
Módulo de Riego (lt/s/Ha)	0.47	0.22	0.09	0.24	0.55	0.55	0.58	0.64	0.67	0.58	0.43	0.37	
<b>Caudal de Diseño (lt/s)</b>	<b>113.25</b>	<b>51.68</b>	<b>22.47</b>	<b>58.13</b>	<b>132.64</b>	<b>131.69</b>	<b>138.94</b>	<b>153.25</b>	<b>134.19</b>	<b>115.44</b>	<b>102.77</b>	<b>88.57</b>	
<b>CÁLCULO DEL VOLUMEN</b>													
	<b>153.25</b>	<b>l/s</b>											
<b>CAUDAL DE DEMANDA E</b>	<b>13240.38</b>	<b>m3/día</b>											
<b>TIEMPO DE OPERACIÓN</b>	<b>24</b>	<b>HORAS</b>											
<b>BALANCE HÍDRICO - CON PROYECTO</b>													
<b>MESES</b>													
	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	
<b>Oferta sin Proyecto (m3/s)</b>	155.38	131.23	145.00	194.12	157.50	157.93	157.34	155.04	135.14	130.74	150.05	152.98	
<b>Demanda del Proyecto (m3/s)</b>	113.25	51.68	22.47	58.13	132.64	131.69	138.94	153.25	134.19	115.44	102.77	88.57	
<b>Déficit sin Proyecto (m3/s)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	





### 10.3.2 Caudal Maximo.

#### CALCULO DE CAUDALES MAXIMO MODELO REGIONAL PARA LAS DESCARGAS MÁXIMAS ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DEL MODELO DE FULLER

$$\bar{Q}_{max} = -6.5796 + 0.1748A - 1.012x10^{-4}xA^2 + 6.882x10^{-19}A^3$$

$$Q_{maxT} = \bar{Q}_{max}(0.84622 + 0.6540LogT + 1.0886x10^{-11}xA^3)$$

$\bar{Q}_{max}$  :Promedio de las Descargas máximas instantáneas anuales en m3/s

$Q_{maxT}$  :Descargas máximas instantáneas anuales en m3/s para un periodo

T :Tiempo de retorno en años

A :Area de la cuenca en Años

#### DATO:

AREA	271.38	km2
T	25	Años
T	50	Años
T	100	Años

#### Qmax. para un periodo de retorno T

Qpro	33.405	m3/s
Qmax25	58.813	m3/s
<b>Qmax50</b>	<b>65.389</b>	<b>m3/s</b>
Qmax100	71.965	m3/s

## 10.3.3 Rediseño Hidráulico.

### REDISEÑO HIDRÁULICO DE LA BOCATOMA ALPPA RUMI EN EL RÍO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA LOS SECTORES PURHUAY - AMPU - MARCARÁ - CARHUAZ - ÁNCASH - 2020



#### DISEÑO DE BOCATOMA

##### A. Estudios básicos de Hidrología

$Q_{\text{máx. diseño}}$	=	65.39	$\text{m}^3/\text{s}$
$Q_{\text{dis}}$	=	0.153	$\text{m}^3/\text{s}$
$\Delta$ (m)	=	5.00	

##### B. Estudios básicos de Topografía

Cota aguas arriba	=	2747.00	m.s.n.m.
Cota aguas abajo	=	2742.00	m.s.n.m.
Longitud	=	123.20	m
Pendiente (S)	=	0.0406	m/m
$\emptyset$	=	2.324	°

#### 1. ANCHO PROMEDIO DEL RIO (B)

##### 1.1. Método de BLENCH

$Q$  : Caudal máximo de diseño ( $\text{m}^3/\text{seg}$ )

$$B = 1.81 \sqrt{\frac{Q * F_b}{F_s}}$$

##### Fb: Factor de fondo

Descripción	Fb
Para material fino	0.8
Para material grueso	1.2

##### Fs: Factor de orilla, cuyos valores promedio

Descripción	Fs
Material suelto	0.1
Material ligeramente cohesivo	0.2
Materiales cohesivos	0.3

#### SELECCIONAR EL TIPO DE MATERIAL

Para material fino	Materiales cohesivos
$F_b = 0.80$	$F_s = 0.3$
<b>B = 23.90</b>	<b>m</b>

##### 1.2. Método de PETTIT

$B = 2.45 Q^{0.5}$	$Q = 65.389003 \text{ m}^3/\text{s}$
<b>B = 19.81</b>	<b>m</b>

##### 1.3. Método de ALTUNIN

Código	Zona del Río y conducción del cauce	Parámetro A		Valores del exponente m cuando K=10	
		a	b	a	b
1	Zona de alta montaña, Cauce rocoso cubierto de piedras	0.5	0.75	...	1
2	Zona de montaña. Cauce formado con cantos rodados, boleó y guijarros. Rápidas y pendiente cercano a la crítica	0.75	0.9	1	0.8
3	Zona en las faldas de la montaña. Llegada del río al valle. Cauce formado por guijarros, grava y arena. Corriente tranquila.	0.9	1	0.8	0.75
4	Zona intermedia. Cauce formado por arena gruesa, media y fina. Corriente tranquila	1	1.1	0.75	0.7
5	Zona de planicie. Cauce formado por arena fina.				
5	a. Río Caudaloso	1.1	1.3	0.75	0.7
6	b. Río poco caudaloso	1.3	1.7	0.6	0.5

Seleccione Código y tipo de sección				Tipo de seccion
<b>Código</b> ↓	<b>Zona del Río y conducción del cauce</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>Sección de Tipo a</b>
<b>3</b>	Zona en las faldas de la montaña. Llegada del río al valle. Cauce formado por guijaros, grava y arena. Corriente tranquila.	0.9	1	<b>A = 0.90</b>
<b>Q<sub>max_dis</sub></b>	= <b>65.4</b> m <sup>3</sup> /s	<b>B</b>	= <b>13.814</b>	<b>m</b>
<b>S</b>	= <b>0.041</b> m/m			

### 1.5. Método de SIMONS y HENDERSON

Valores de $K_1$		Seleccione el tipo de material del Río	
Condiciones de fondo del río		Condiciones de fondo del río	
	$K_1$	Fondo y Orillas del Cauce de Grava ↓	$K_1$
Fondo y Orillas de Arena	5.7		<b>2.9</b>
Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo	4.2	$K_1$	$Q_{max\_diseño}$ <b>65.389</b> m <sup>3</sup> /s
Fondo y Orillas de Material Cohesivo	3.6		
Fondo y Orillas del Cauce de Grava	2.9	<b>B</b>	= <b>23.4504</b> m
Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo	2.8		

### Resumen:

Métodos	Ancho (m)
Método de BLENCH	23.901
Método de PETTIT	19.812
Método de ALTUNIN	13.814
Método de SIMONS y HENDERSON	23.450
<b>B prom (m)</b>	<b>20.244</b>
<b>B_Diseño</b>	<b>20.00</b>

Para el diseño

Para facilitar el proceso constructivo

### 2. CÁLCULO DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

<b>"n" Coeficiente de Rugosidad</b>			
<b>Método de COWAN</b>			
Condiciones generales del Canal o Cauce		Valores	
Material Involucrado o Considerado	Tierra	$n_0$	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Suave o Liso	$n_1$	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la Sección Transversal	Gradual	$n_2$	0.000
	Ocasionalmente Alternante		0.005
	Frecuentemente Alternante		0.010-0.015
Efecto relativo a las Obstrucciones	Insignificante o despreciable	$n_3$	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Alta o Apreciable		0.020-0.030
	Muy Alta o Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	$n_4$	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy Alta		0.050-0.100
Grado de Efecto por los Meandros	Menor	$m_5$	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Entonces:

- $n_0 = 0.028$
- $n_1 = 0.010$
- $n_2 = 0.012$
- $n_3 = 0.012$
- $n_4 = 0.007$
- $m_5 = 1.000$

Por lo tanto:

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

$$n = 0.069$$

### 3. CÁLCULO DEL TIRANTE NOMINAL DEL RIO

Datos de entrada:

- $Q_{max} = 65.389 \text{ m}^3/\text{s}$
- $B = 20.00 \text{ m}$
- $n = 0.069$
- $S = 0.0406 \text{ m/m}$

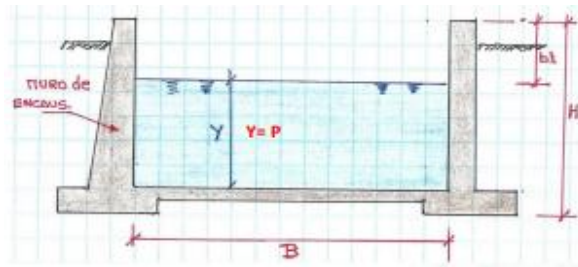
Cálculo del tirante según Manning

$$Q_{max} = \frac{A * S^{1/2} * R^{2/3}}{n}$$

Valor calculado en la segunda

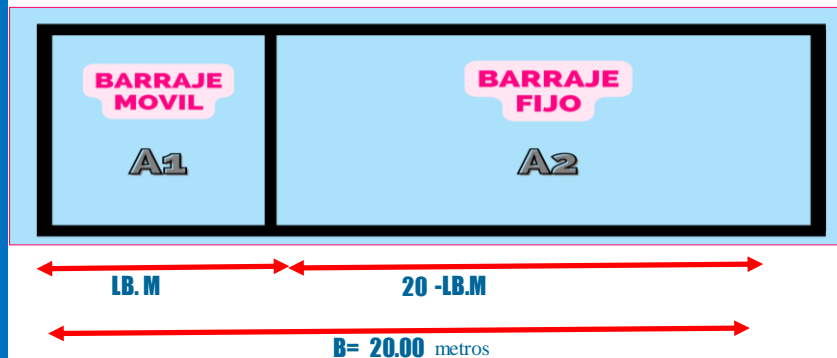
$$Y = 1.116 \text{ metros}$$

y (m)	Area (m2)	P (m)	R (m)	Velocidad
Y = 1.116	22.329	22.233	1.004	2.928



**BORDE LIBRE**  
 Para caudales < 200 m3/s  
 $Bl = 0.60 \text{ m}$

### 4. LONGITUD DEL BARRAJE FIJO Y DEL BARRAJE MÓVIL



4.1. Longitud del barrage móvil

A1 = P\*LB.M      Área del barrage móvil  
 A2 = P\*(B-LB.M)      Área del barrage fijo

Relación de áreas

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

Remplazando en la ecuacion

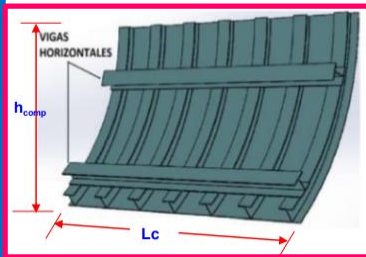
LB. M = 1.818 metros

4.2. Longitud del barrage móvil

$$L_d = \left( \frac{B - N^{\circ} \text{ Pilas}}{10 + N^{\circ} \text{ Compuertas}} \right)$$

LB. M = 1.727 metros

COMPUERTA COMERCIAL



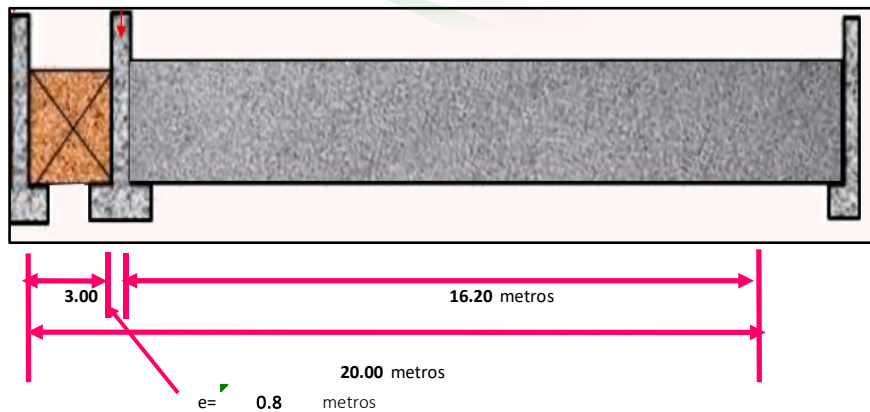
Lc = 3.00 metros  
 h comp = 3.00 metros

4.3. Pre dimensionamiento del espesor del pilar

$$e = \frac{Lc}{4}$$

e = 0.75 metros

e = 0.8 metros



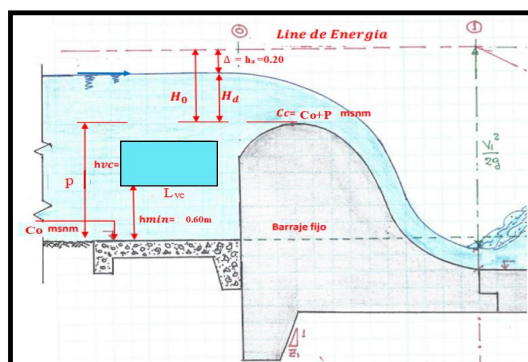
**Según estudios realizados en el curso de Hidráulica Fluvial**  
 (Promedio de varios métodos para la cuenca del Río Santa)  
 La cantidad de se sedimentos transportados supera los:  
 Qs = 170413.70 m3/Año  
 Qs = 14201.14 m3/mes

**Considerando compuerta comercial**

**Considerando por proceso constructivo**



## 5. CÁLCULO DE LA VENTANA DE CAPTACION



$$\Delta = 0.20 \text{ metros}$$

$$h_{\min} = 0.60 \text{ metros}$$

### Ecuación de ventana de captacion

$$Q = CxLxh^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{\text{dis}} = 0.153 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$L = \text{Longitud de la base de la ventana de captacion}$$

$$h_{vc} = \text{Altura de la ventana de captacion}$$

### Considerando longitud de la base de ventana de captacion

$$L = 0.80 \text{ metros}$$

Considerando por proceso constructivo

### Calculando altura de la ventana de captacion

$$h_{vc} = 0.221 \text{ metros}$$

$$h_{vc} = 0.30 \text{ metros}$$

### Calculando Cota de la cresta

$$C_c = C_0 + h_{\min} + h_{vc} + \Delta$$

$$C_c = 2743.10 \text{ msnm}$$

### Calculando la altura del barraje fijo "P"

$$P = 1.10 \text{ metros}$$

$$P = 1.20 \text{ metros}$$

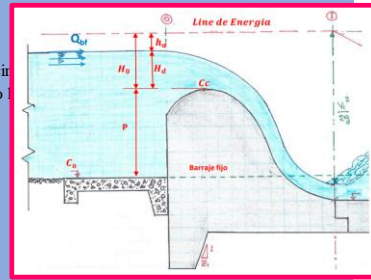
Considerando por proceso constructivo

**10. DESCARGA EN EL CIMACIO**

- $Q_c =$  Descarga por el cimacio
- $C_0 =$  Coeficiente de descarga
- $L =$  Longitud efectiva de la cresta del cimacio
- $H_0 =$  Carga total sobre la cresta, incluido el efecto de la gravedad
- $g =$  Gravedad
- $Q_c =$  Qbf

$$Q_C = C * L * H_0^{3/2}$$

$$Q_C = C_0 * \sqrt{2g} * L * H_0^{3/2}$$



**10.1. Longitud efectiva de la cresta del barraje fijo (L)**

- $L =$  Longitud efectiva de la cresta **16.20**
- $L_r =$  Longitud bruta de la cresta **0.000**
- $N =$  Numero de pilares que atraviesa el aliviadero **0.000**
- $K_p =$  Coef. de contraccion del pilar **0.000**
- $K_a =$  Coeficiente de contraccion de estribos **0.000**
- $H =$  Carga sobre la cresta (se asume un valor de  $H = 1$ ) **1.000**
- $H_0 =$  **0.950** m (asumiendo)

$$L = L_r - 2(N * K_p + K_a) H_0$$

$$Q_C = C_0 * \sqrt{2g} * L * H_0^{3/2}$$

**L = 16.20 m**

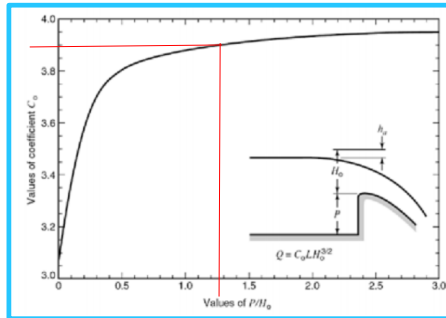
**10.2. Cálculo del coeficiente de descarga variable para la cresta del cimacio sin control**

$$C = C_0 * C_1 * C_2 * C_3 * C_4$$

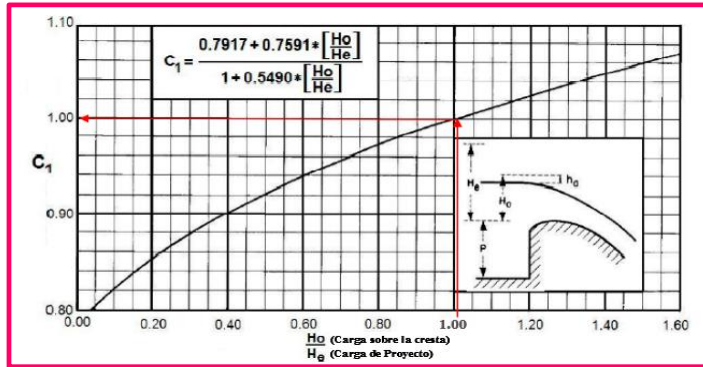
**10.2.1. Por efecto de la profundidad de llegada**

$$\frac{P}{H_0} = 1.26$$

**C<sub>0</sub> = 3.91**

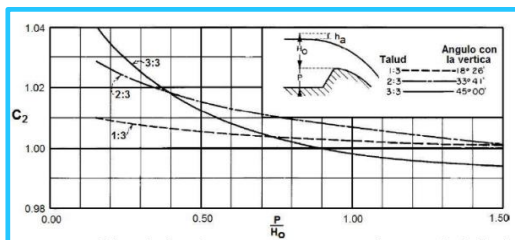


**12.1.2. Coeficiente de Afectación para cargas diferentes a la del Proyecto (C1)**

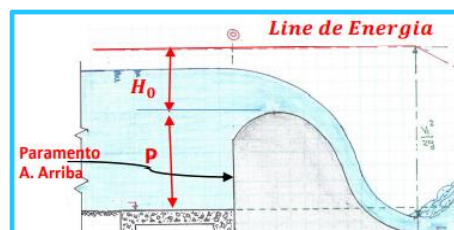


**C<sub>1</sub> = 1**

**10.2.2. Coeficiente de Afectación por inclinación del paramento del Talud (C2)**

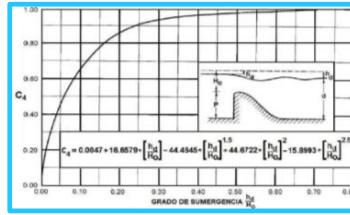
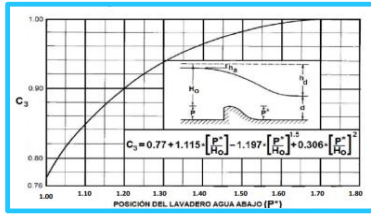


$$= \frac{P}{H_0} = 1.26$$



**C2 = 1.00**

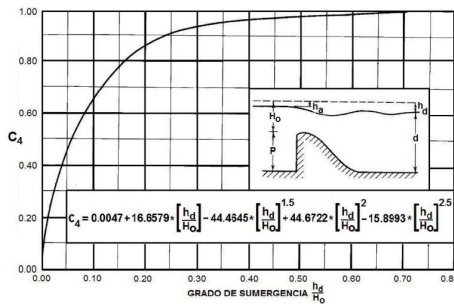
**10.2.3. Coeficiente de Afectación por EFECTO DEL LAVADO AGUAS ABAJO (C3)**



Quando el fluido del río es supercrítico se sabe que el C3 = 1

**C3 = 1.00**

**10.2.4. Coeficiente de Afectación por SUMERSIÓN (C4)**



Esta solo tiene efecto cuando (d > P) de lo contrario C4 = 1

**C4 = 1.00**

**10.3. Remplazamos en la ecuación**

**C = 3.91**

**C = C0 \* C1 \* C2 \* C3 \* C4**

**10.4. Remplazando en la fórmula de "Q" (caudal sobre la cresta de barraje fijo)**

**Q<sub>bf</sub> = C \* L \* H<sub>0</sub><sup>3/2</sup>**

**Q<sub>bf</sub> = 58.65 m<sup>3</sup>/s**

Caudal que pasa por el barraje fijo

**10.5. Descarga por barraje móvil (canal de limpieza) (Qcl)**

Se considera que cada compuerta funciona como vertedero, cuya altura P=0. Para ello seguiremos iterando, igual que anteriormente asumiendo un valor de h, para ello usaremos las siguientes formulas

**Q<sub>Cl</sub> = C \* L \* h<sup>3/2</sup>**

DONDE:

L= Longitud efectiva de la cresta		
L1 = Longitud bruta del barraje móvil	3.000	L cal
N = Numero de pilares que atraviesa el aliviadero (N = 1.00)	1.000	
Kp= Coef. de contracción del pilar	0.045	
Ka = Coeficiente de contracción de estribos	0.000	
H = Carga sobre la cresta (se asume un valor de H = 1.0)		
Ho =	0.9500	m (asumiendo)
P =	0.0000	m (asumiendo)

**h = P + H<sub>0</sub>**

**h = 0.95 m**

**L = L1 - 2(N \* Kp + Ka) \* h**

**L = 2.91 m**

10.5.1. Pero se está colocando dos compuertas comerciales de 3.00\*3.00

**L1 = 3.00 m**

**10.6. Cálculo del coeficiente de descarga variable para barraje móvil**

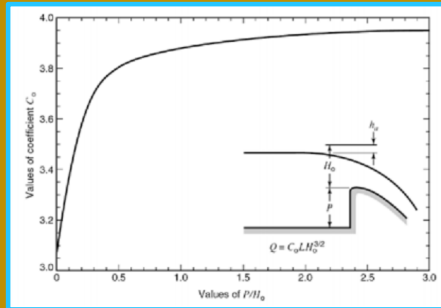
**C = C0 \* C1 \* C2 \* C3 \* C4**



10.6.1. Por efecto de la profundidad de llegada (C0)

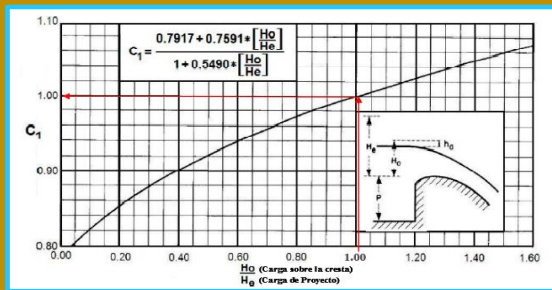
Para la Compuerta **P = 0.00**  
 Se asume **H asum = 0.9500**

$$\frac{P}{H_0} = 0.00 \text{ m}$$



**C0 = 3.10**

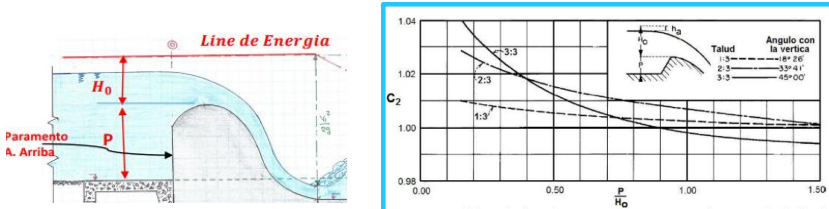
10.6.2. Coeficiente de Afectación para cargas diferentes a la del Proyecto (C1)



**H0/He = 1.00**

**C1 = 1.00**

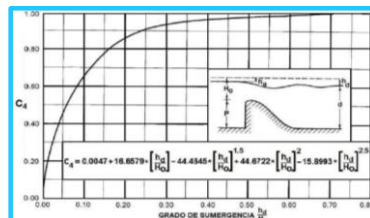
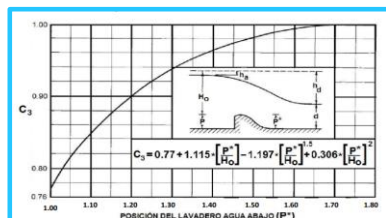
10.6.3. Coeficiente de Afectación por inclinación del paramento del Talud (C2)



$$\frac{P}{H_0} = 0.00$$

**C2 = 1**

10.6.4. Coeficiente de Afectación por EFECTO DEL LAVADO AGUAS ABAJO (C3)



Cuando el flujo del río es supercrítico se sabe que el C3 = 1

$$\frac{(H_d + d)}{H_0} = \frac{(P + H_0)}{H_0} = 1.00$$

**C3 = 0.77**

12.5.5. Coeficiente de Afectación por SUMERSION (C4 )

Cuando el flujo del río es supercrítico se sabe que el C4 = 1

$$C4 = 1.00$$

10.6. Calculo de coeficiente de la Compuertas

$$C = C_0 * C_1 * C_2 * C_3 * C_4 = 2.387$$

10.7. Calculo caudal en las compuertas

$$Q_{bm} = C * L * H_{comp}^{3/2} = 6.631 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.8. Descarga Máxima Total (Qtotal calc)

$$Q_{total \text{ calc}} = Q_{bfijo} + Q_{b \text{ movil}} = 65.282 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.9. Descarga Máxima Total de Diseño (Qtotal

$$Q_{max.dts} = 65.39 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.9.1. Comparamos

Se debe cumplir con H0 = 1.0 asumido que :

$$Q_{max.dts} = Q_{total.calc}$$

$$65.39 \neq 65.28 \text{ m}^3/\text{s}$$

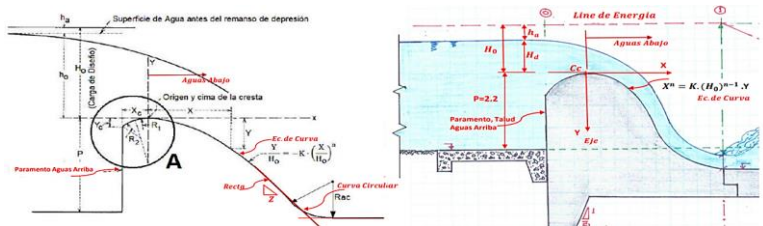
Si son diferentes asumir otro valor de H0 hasta que se cumpla la igualdad de caudales. Se resuelve por iteración

Entonces la H0 del Proyecto

$$H_0 = 0.9500 \text{ m}$$

RESUMEN	
Carga de agua sobre el barraje fijo	Ho = 0.9500 m
Coefficiente de descarga del barraje	C = 3.910
Caudal sobre el barraje fijo	Qbf = 58.651 m <sup>3</sup> /s
Caudal por las dos compuertas	Qcomp = 6.631 m <sup>3</sup> /s

11. CÁLCULO DEL PERFIL DEL VERTEDERO (Forma vertederos estándar WES)



Ecuación general de la curva aguas abajo del perfil Cimacio

$$X^n = K \cdot (Hd)^{n-1} \cdot Y \quad \frac{Y}{H_0} = -K \cdot \left(\frac{X}{H_0}\right)^n$$

11.1. Velocidad de aproximación (Va)

$$V_a = \frac{Q_{b.fijo}}{L_{b.fijo} * (P + H_0)} = 1.68 \text{ m/s}$$

11.2. Altura de velocidad sobre la cresta del Vertedero (ha).

$$h_a = \frac{V_a^2}{2 * g} = 0.145 \text{ m}$$

11.3. Carga o altura de agua sobre la cresta del Vertedero (Hd)

$$H_d = H_0 - h_a = 0.805 \text{ m}$$



11.4 Determinación de K y n

Para ingresar a la figura calcular la relación:

$$\frac{h_a}{H_0} = 0.152$$

$$n = 1.830$$

$$k = 0.495$$

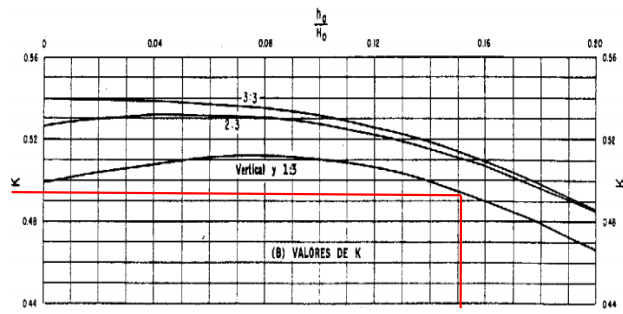


Figura 31 Valores de K  
Fuente: Bureau of Reclamation

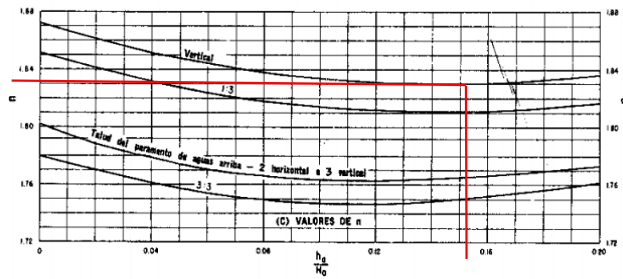


Figura 32 Valores de n  
Fuente: Bureau of Reclamation

Ecuación de la curva aguas abajo

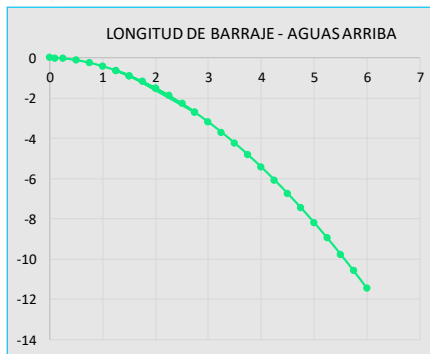
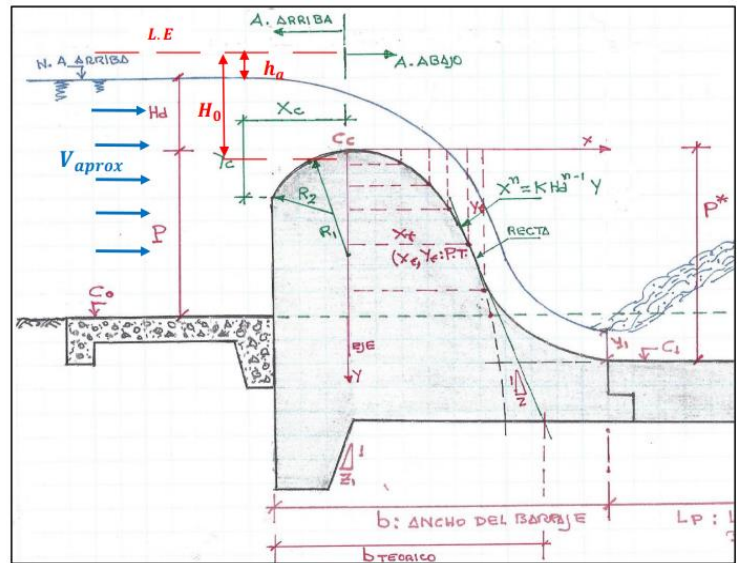
$$\frac{Y}{H_0} = -k \left( \frac{X}{H_0} \right)^n$$

$$Y = 0.517 X^{1.830}$$

Grafica de la curva aguas abajo

Ecuación de la curva para graficar

X	Y
0.00	0.000
0.10	-0.008
0.25	-0.041
0.50	-0.145
0.75	-0.305
1.00	-0.517
1.25	-0.777
1.50	-1.085
2.75	-3.289
2.00	-1.836
1.25	-0.777
1.50	-1.085
1.75	-1.438
2.00	-1.836
2.25	-2.278
2.50	-2.763
2.75	-3.289
3.00	-3.857
3.25	-4.465
3.50	-5.114
3.75	-5.802
4.00	-6.529
4.25	-7.295
4.50	-8.100
4.75	-8.942
5.00	-9.822
5.25	-10.740
5.50	-11.694
5.75	-12.685
6.00	-13.712



La porción del perfil que queda aguas arriba de la cresta se ha considerado como una curva circular compuesta



Los valores de R1, R2, Xc, Yc se dan en la fig.2.23

Para calcular los valores de R1, R2, Xc, Yc se ingresa con la relación de

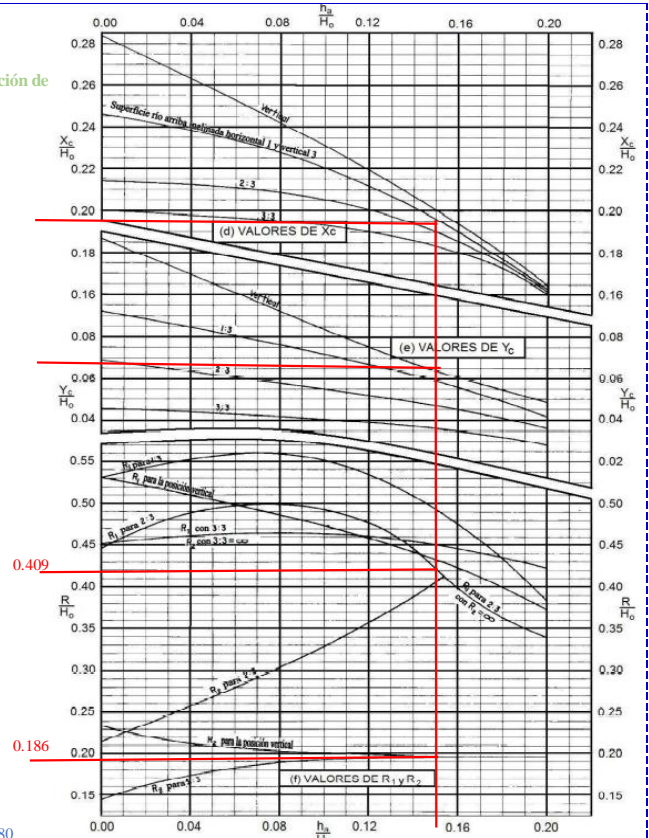
$$\frac{h_a}{H_0} = 0.152$$

$$\frac{R_1}{H_0} = 0.43000 \quad R1 = 0.409 \text{ m}$$

$$\frac{R_2}{H_0} = 0.19600 \quad R2 = 0.186 \text{ m}$$

$$\frac{X_c}{H_0} = 0.20000 \quad Xc = 0.190 \text{ m}$$

$$\frac{Y_c}{H_0} = 0.06800 \quad Yc = 0.065 \text{ m}$$



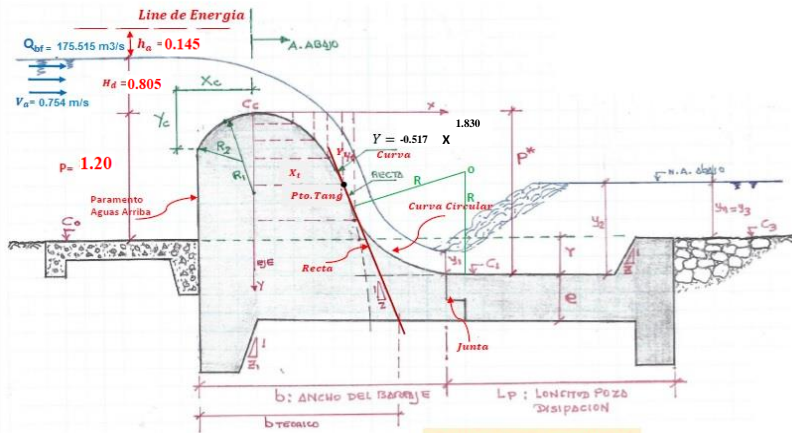
Calculo de punto tangente y recta tangente con talud "Z"

Ecuación de la curva para graficar

$$Y = -0.517 X + 1.830$$

Derivando :  $\frac{dy}{dx} = -0.9452 X + 0.830$

Ahora vamos a trazar una recta por el punto de tangencia, con talud Z= 0.80



Talud "Z" recomendado  
Z = 0.6 - 0.8

$$\frac{dy}{dx} = \tan\left(\frac{1}{Z}\right)$$

$$\tan\left(\frac{1}{Z}\right) = 0.945 X + 0.830$$

Para: Z = 0.8

X = 1.400

Las coordenadas del punto tangente son:

Xt = 1.400

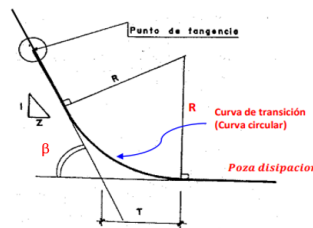
Remplazando en:

Yt = -0.956

Las coordenadas del punto tangente son:

Xt = 1.40

Yt = -0.96



Las coordenadas del punto tangente son:

$$\begin{matrix} X_t = & 1.40 \\ Y_t = & -0.96 \end{matrix}$$

Otra forma es seleccionar el punto tangente de las coordenadas calculadas para graficar, puedes ser punto medio del ancho del barraje para  $X_t$

**Calculo del angulo  $\beta$**

Derivando la expresión que define el perfil del barraje, obtendremos la pendiente de la recta que define la tangencia en PT:

$$Y = -0.517 X + 1.830$$

$$\frac{dy}{dx} = -0.945$$

Pero:

$$\frac{dy}{dx} = \text{Tang}(\beta)$$

Por lo tanto:  $\text{Tang}(\beta) = -0.945$

Para el punto de tangencia:

$$X_t = 1.400$$

Remplazando:

$$\text{Tang}(\beta) = -1.250$$

$$\beta = 51.34$$

**Curva de transición entre el barraje y poza de disipación**

$$\beta = \text{Arctang}\left(\frac{1}{Z}\right)$$

Por tratarse de una curva circular:

$$T = R + \text{tang}\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

Donde:

R= Radio de la curva circular

Z= Talud de la recta tangente (este valor de Z se asigna)

$\beta$ = Angulo que forma la recta tangente con la horizontal de la poza de disipación

**Consideraciones para el radio (R)**

$$R = 0.5 * (Hd) \quad \text{a} \quad R = 2(Hd)$$

$$Hd = 0.805 \quad \text{m}$$

$$R = 1.0 \quad \text{m}$$

b.

Para el trazo del arco que une el perfil tipo estandar WES con la solera ubicada al pie de la estructura, se recomienda emplear para el caso en que exista una solera horizontal al pie del perfil las siguientes expresiones:

c.

Para:  $\frac{P^*}{H_0} \leq 19$  Considerando  $P^* = P = 1.200$

$$1.26 \leq 19$$

Usar caso a):  $\frac{R}{H_0} = 1 + 0.25 * \frac{P^*}{H_0} - 0.0004 * \left(\frac{P^*}{H_0}\right)^{2.5}$

$$\frac{R}{H_0} = 1.315 \quad \text{m}$$

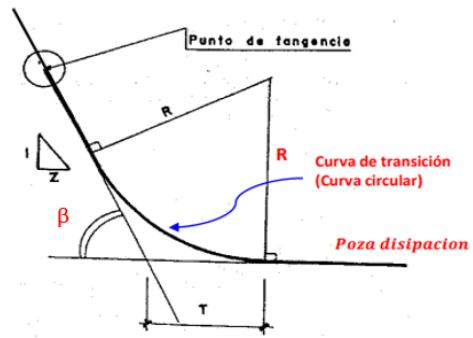
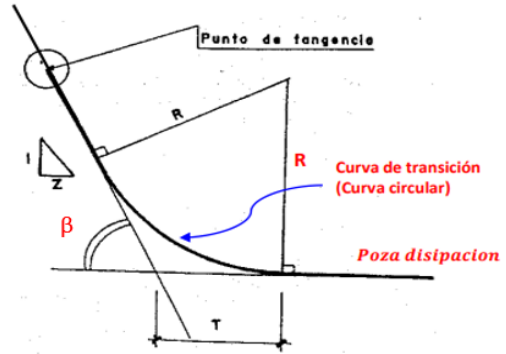
$$R = 1.249 \quad \text{m}$$

Considerando R el promedio

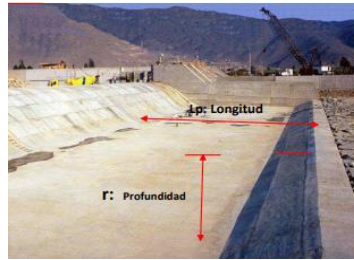
$$T = R + \text{tang}\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$R = 1.1 \quad \text{m}$$

$$T = 0.5 \quad \text{m}$$



12. POZA DE AMORTIGUACION COMO ELEMENTO DISIPADOR



CALCULOS EN LA POZA AMORTIGUADOR COMO ELEMENTO DISIPADOR

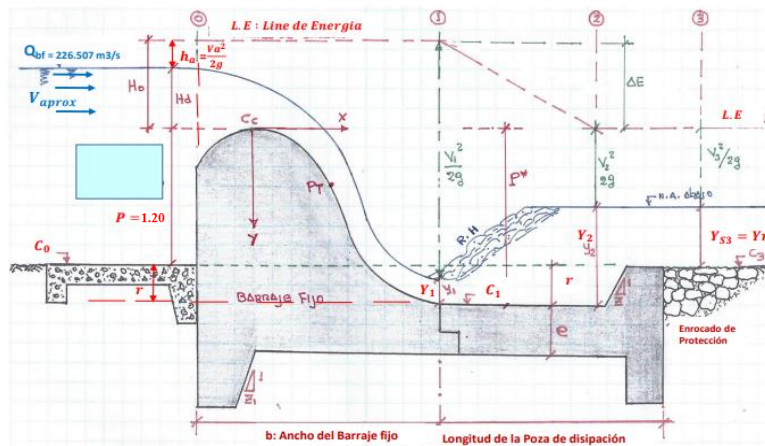


Figura N° Salto hidráulico producido en el colchón disipador (Aguas abajo) y Niveles de Energía

$$E_0 = E_1 + Hf_{01} \quad 1$$

$$E_0 = r + P + H_d + \frac{Va^2}{2g} \quad 2$$

$$E_1 = y_1 + \frac{V_1^2}{2g} \quad 3$$

$$\frac{V_1^2}{2g} = r + P + H_d - Y_1 + 0.9 \frac{Va^2}{2+g} \quad 4$$

$$V_1 = (2g \left( r + P + H_d - Y_1 + \frac{Va^2}{2g} + Hf_{01} \right))^{\frac{1}{2}} \quad 6$$

$$Y_1 = \frac{Q_{bf}}{A_1} = \frac{Q_{bf}}{L_{bf} * Y_1} \quad 7$$

$$Y_{calc} = \frac{Q_{bf}}{A_1} = \frac{Q_{bf}}{L_{bf} * Y_1} \quad 8$$

$$r = Y_2 - Y_{s3} \quad 9$$

$$Y_2 = -\frac{Y_1}{2} + \left( \frac{Y_1^2}{4} + \frac{2V_1^2 * Y_1}{g} \right) \quad 10$$

$$FR_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g * Y_1}} \quad 11$$

DATOS:

Y =	1.116	Lbf =	16.20
P =	1.200	ha =	0.145
Hd =	0.805	Va =	1.68
Qbf =	58.651		

Resultados del proceso de iteracion

- a.  $r_{asum} = r_{calc}$       c.  $E_0 = E_1$
- b.  $Y_{asum} = Y_{calc}$

r asum (m)	Y1 asum (m)	$\frac{V_1^2}{2+g}$ (4)	V1 (m/s)	Y1 Calc (6)	E0 (2)	E1 (3)	Y2 (8)	r calc (7)
0.950	0.509	2.577	7.110	0.509	3.10	3.1	2.050	0.934
0.934	0.509	2.560	7.088	0.511	3.08	3.1	2.043	0.927
0.927	0.511	2.551	7.075	0.512	3.08	3.1	2.042	0.926
0.926	0.512	2.549	7.073	0.512	3.08	3.1	2.043	0.926
0.926	0.512	2.550	7.073	0.512	3.08	3.1	2.043	0.927
0.927	0.512	2.551	7.074	0.512	3.08	3.1	2.044	0.927
0.927	0.512	2.551	7.074	0.512	3.08	3.1	2.044	0.927
0.927	0.512	2.551	7.075	0.512	3.08	3.1	2.044	0.927
0.927	0.512	2.551	7.074	0.512	3.08	3.1	2.044	0.927

RESUMEN

Y1 =	0.509	m	p* =	2.150	m
V1 =	7.110	m/s	Y3 =	1.116	m
Y2 =	2.050	m/s			
r =	0.95	m			

$h_{v1} = \frac{V_1^2}{2 * g}$  → **hv1 = 2.58 m**

Numero de Froude

$Fr = \frac{V_1}{\sqrt{g * Y_1}}$  → **Fr = 3.18**





**13. SELECCIÓN DE TIPO DE POZA DE DISIPACION**

Comparar Y2 con Y3 para valorar si es necesario o no el uso de la poza En función a los tirante Y2 , Y3

- Si  $Y2 > Y3$  ➡ Si e requiere pozo
- Si  $Y2 \leq Y3$  ➡ No se requiere pozo

**2.050** > **1.1** ➡ **Si se requiere poza de disipación**

En función de numero de Froude

- Si  $Fr1 \leq 1.7$  ➡ No se requiere pozo,  $Lp = 4Y2$
- Si  $Fr1 = 1.7$  a  $2.5$  ➡ No se requiere dados amortiguadores
- Si  $Fr1 = 2.5$  a  $4.5$  ➡ Usar dissipador de energía

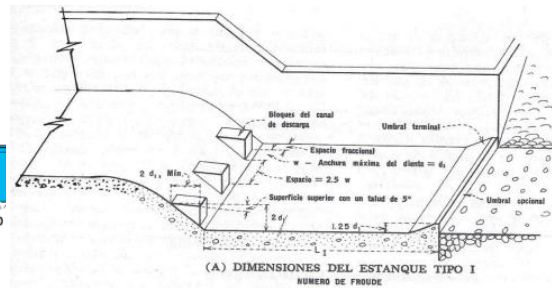
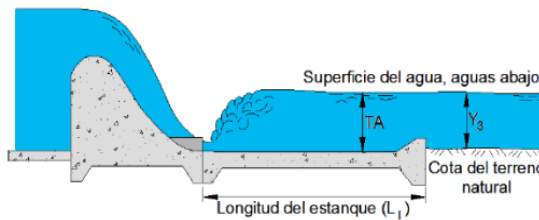
**Fr = 3.18** ➡ **Si se requiere amortiguadores**

**14. ESTANQUE AMORTIGUADORES DE LA U.S. BUREAU OF RECLAMATION**

De acuerdo a la clasificación del U.S. Bureau of Reclamation se pueden clasificar en:

- TIPO I:** Estanques amortiguadores con pendientes pronunciadas para número de F  $2.5 \leq Fr1 \leq 4.5$
- TIPO II:** Pequeñas estanques amortiguadores para estructuras de canal, pequeñas estructuras de salida, y vertederos m  $Fr1 > 4.5$  y  $V1 \leq 1.5m/s$
- TIPO III:** Para estanques amortiguadores para vertederos de presas grandes y de tierra con canales extens  $Fr1 > 4.5$  y  $V1 > 15m/s$

**DISEÑO DE UN ESTANQUE TIPO I**



a. Calcular el valor de (TA) para la poza de disipación TIPO I con la ecuacion:

$TA = Y1 * (1.539Fr1 - 0.471)$  ➡ **TA = 2.253 m**

TA = Tirante de agua en la poza de disipación

Calcular el valor de (TA) para la poza de disipación TIPO I con la grafi

$Fr = \frac{V1}{\sqrt{g * Y1}}$  ➡ **Fr = 3.18**

Hallamos la relación de la figura

$\frac{TA}{Y1} = 4.2$  ➡ **TA = 2.14 m**

DATOS

Y1 =	0.509	m
V1 =	7.110	m/s
Y2 =	2.050	m
r =	0.95	m

Calcular el tirante conjugado Y2

$\frac{Y2}{Y1} = \frac{1}{2} * (\sqrt{8 * Fr1^2 + 1} + 1)$  ➡ **Y2 = 2.05 m**

Calcular Longitud de la Poza

$\frac{L1}{Y2} = 5.4$  ➡ **L1 = 11.07 m**

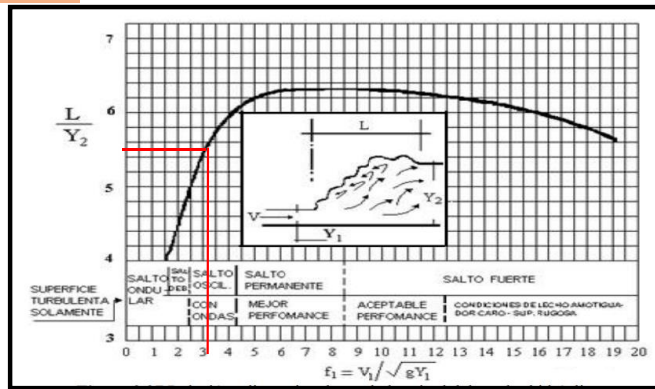
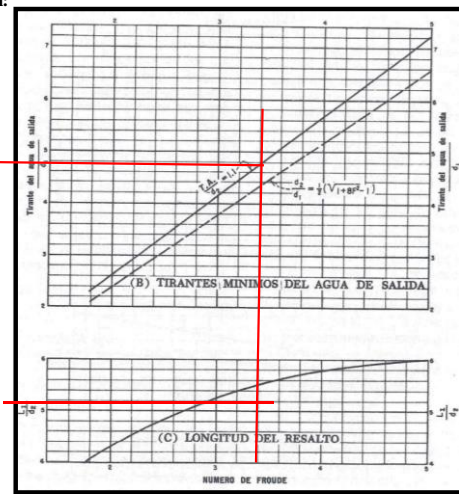
Gráficamente de la fig. 2.27

$\frac{L}{Y2} = 5.45$  ➡ **L1 = 11.17 m**

Otras formulas para la longitud de la poza

Según Smetana (Checoslovaquia):

$L1 = 6 * Y2 - Y1$  ➡ **L1 = 11.79 m**





Según Safranete (Alemania):

$$L1 = 5.9 * Y1 + Fr1 \quad L1 = 9.56 \text{ m}$$

Según Einwachter (Alemania):

$$L1 = 8.3 * Y1 * (Fr1 - 1) \quad L1 = 9.22 \text{ m}$$

Según Chertuso (Rusia):

$$L1 = 10.3 * Y1 * (Fr1 - 1)^{0.81} \quad L1 = 9.86 \text{ m}$$

PROMEDIO DE LAS LONGITUDES

$$L = 10.44 \text{ m} \quad L = 10.50 \text{ m}$$

Considerando por proceso constructivo la longitud de la poza

Calcular el número de dientes o bloques de descarga (n)

$$n = \frac{(Lvert + 2.5Y1)}{3.5 * Y1} \rightarrow n = 9.81 \text{ Dientes}$$

$$n = 10 \text{ Dientes}$$

Considerando por proceso

Considerando por proceso

Calcular las dimensiones de los dientes o dados deflectores

Espaciamiento entre dientes = $2.5Y1$	1.2725	1.20	m
Altura del diente = $2Y1$	1.018	1.00	m
Ancho = $Y1$	0.509	0.50	m
Largo del diente = $2Y1$	1.018	1.00	m

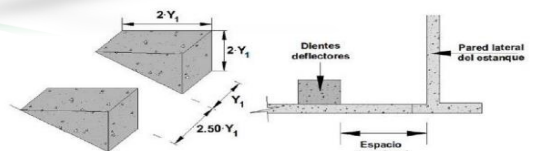


Figura 2.35 Dimensiones de los Dientes Deflectores para un Estanque Tipo I

Espacio Fraccional

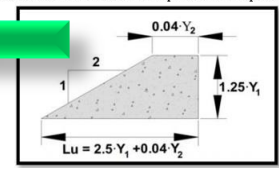
$$EF = \frac{Lbf - (2Y1 * n - Y1)}{2} \rightarrow EF = 0.20 \text{ m}$$

Dimensiones del Umbral Terminal para un Estanque Tipo I

Dimensiones del umbral terminal

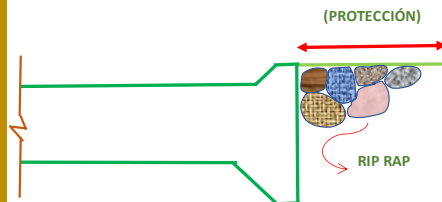
Altura del umbral = $1.25Y1$	= 0.636	0.65	m
Ancho superior = $0.04Y2$	= 0.082	0.10	m
Ancho inferior = $2.5Y1 + 0.04Y2$	= 1.355	1.14	m

Considerando por proceso



16. Calcular el enrocado o RIP-RAP, se debe calcular longitud de protección y el tamaño de las rocas a colocarse.

Cálculo de la Longitud del Enrocado (Le) y espesor de la roca (er):



Según W.G.Bligh, la longitud del empedrado está dado por la siguiente fórmula:

$$Le = C\sqrt{H}(0.642 * \sqrt{q} - 0.612)$$

$$H = P + H0 \rightarrow H = 2.15 \text{ m}$$

$$q = \frac{Qbf}{Lbf} \rightarrow q = 3.62 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

reemplazamos

$$Le = C\sqrt{H}(0.642 * \sqrt{q} - 0.612) \rightarrow Le = 9.00 \text{ m}$$

Espesor de la roca

$$er = 0.6\sqrt{q} * \left(\frac{H}{g}\right)^{\frac{1}{4}} \rightarrow er = 0.80 \text{ m}$$

Coficiente de "C" de BLIGH y LANE

Cuadro N° 4: Valores del coeficiente "C" en función del Material de Fondo del Rio.

Material de Fondo del Rio	Bligh "C"	Lane "C"
Arena fina y/o limo	18	8.5
Arena fina	15	7
Arena tamaño medio	-	6
Arena gruesa	12	5
Grava fina	-	4
Grava media	-	3.5
Gravas y arenas	9	3.5
Grava gruesa	-	3
Bolonería con grava	-	2.5
Bolonería, grava y aren	4 - 6	2.5
Bolonería grande	4 - 6	-
Arcilla plástica	6 - 7	2
Arcilla de consistencia	6 - 7	1.8
Arcilla dura	6 - 7	1.6
Arcilla muy dura	6 - 7	-

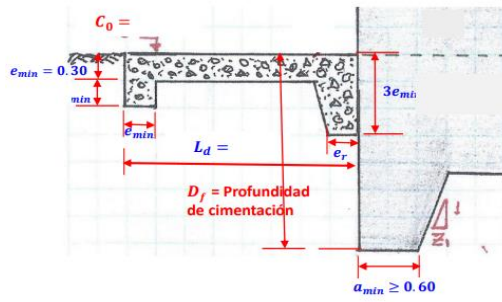


Cálculo de la Longitud y espesor del solado Delantero (Ld) y espesor losa (ed):

$Ld = 5H_0$  →  $Ld = 4.80 \text{ m}$

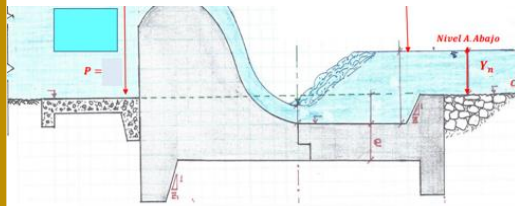
Espesor de losa

$e_{min} \geq 0.30 \text{ m}$



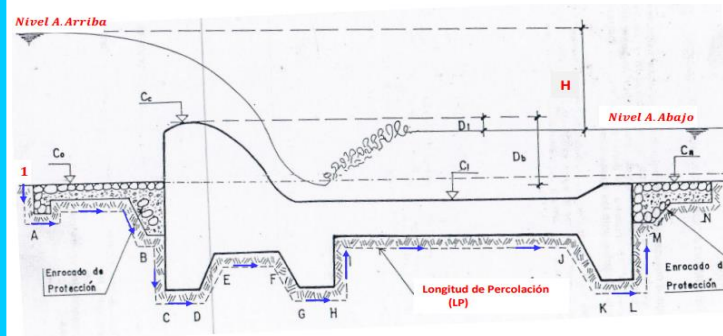
Espesor de losa poza de disipación (eP):

eP = Espesor Poza La poza de disipación esta en función de la magnitud de la supresión.



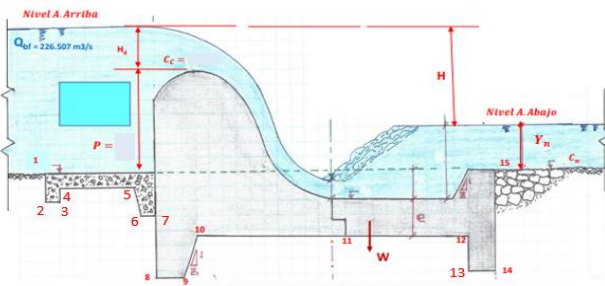
17. Calcular la profundidad de cimentación mediante teoría de socavación general y local analítico (formulas) o mediante un programa.

Longitud de cimentación y control de Filtración



PARA Qmax:

$H = N. A. Arriba - N. A. Abajo$  → N.A.Arriba 2.005  
N.A.Abajo 1.116  
 $H = 0.889 \text{ m}$



Según Krochin

$Lc = \sum \frac{LH}{3} + \sum LV \geq CL * H$

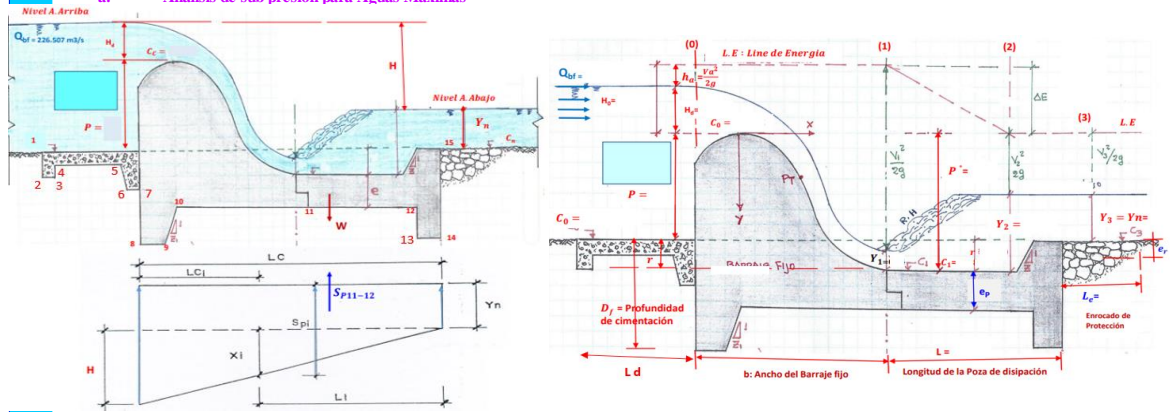
Donde:

- $\sum LH$  Suma de longitudes horizontales hacen un ángulo menor de 45° con la horizontal
- $\sum LV$  Suma de longitudes verticales hacen un ángulo mayor de 45° con la horizontal

- CL = Coeficiente de Lane que depende del material del fondo del río (ver cuadro N° 4).
- LC = Distancia de ruptura compensada de la sección transversal del barrage o presa.
- H = Diferencia de carga hidrostática entre la cresta del barrage y del terminal de la poza de disipación (aguas mínimas)

Análisis de Subpresión

a. Analisis de sub presión para Aguas Máximas



Longitud solado delantero = 4.80 m  
 Ancho del barraje fijo = 3.2 m  
 Longitud de la poza de disipacion = 10.50 m

Asumimos espesor de **0.7 m**  
 Dentellón a una profundidad **Df = 2.3 m**

Donde:

$$Sp = \gamma * b * C' [h + h' - \frac{h}{L}(LX)]$$

$\delta = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $\delta c = 2400 \text{ kg/m}^4$   
 $b = 1.2 \text{ m}$  (ancho de la sección)  
 $C' = 0.55$  (Coefic. de subpresión, varia (0 - 1))

$h = Y1 + hv1 - Y2 \Rightarrow h = 1.04 \text{ m}$   
 $h' = r + e \Rightarrow hv1 = 2.58 \text{ m}$   
 $h' = 1.65 \text{ m}$

Calculo de la longitud barraje y poza de disipación

$$L = L_{1-2} + L_{2-3} + L_{3-4} + L_{4-5} + L_{5-6} + L_{6-7} + L_{7-8} + L_{8-9} + L_{9-10} + L_{10-11} + L_{11-12} + L_{12-13} + L_{13-14} + L_{14-15}$$

**L = 45.5 m**

Calculo de la longitud en la sección de análisis 11i- (ver fig.)

$$Lx = L_{1-8} + L_{8-9} + L_{9-10} + L_{10-11} + L_{11-12} + L_{12-13} + L_{13-14} + L_{14-15}$$

**LX = 30.50 m**

$h = 1.04 \text{ m}$  (Carga efectiva que produce la filtración)  
 $h' = 1.65 \text{ m}$  (Profundidad de un punto cualquiera con respecto a 1, donde se inicia la filtración. (en este caso al punto intermedio entre 11 y12))  
 $(h/L)Lx = 0.69$  (Carga perdida en un recorrido Lx)

La subpresión en la sección 11i

$$Sp = \gamma * b * C' [h + h' - \frac{h}{L}(LX)] \Rightarrow Sp_i = 1314.3196 \text{ k/m}^2$$

Calculo del espesor en la sección de análisis En esta caso en la sección 11i

$$e_{11i} = \frac{4}{3} * \frac{Sp_i}{\delta c} \Rightarrow e_{11i} = 0.730 \text{ m}$$

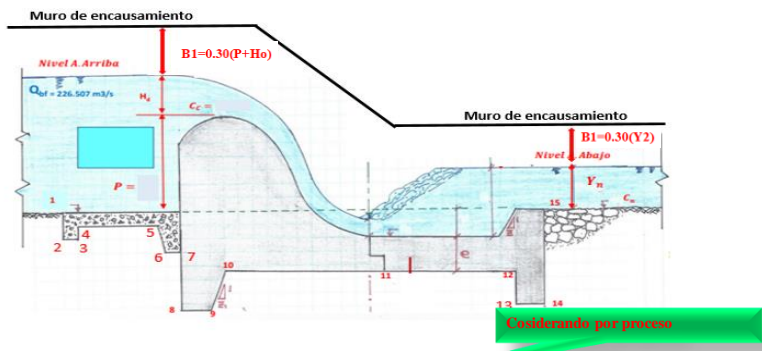
$e_{asu} = 0.70 \text{ m} < e_{cal} = 0.730 \text{ m}$

Satisface la exigencia por Subpresión. Espesor a considerar para proceso constructivo

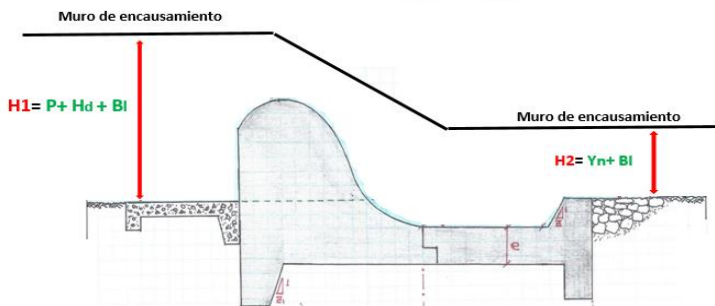
**e<sub>losa</sub> = 0.80 m**

**17. MURO DE ENCAUSAMIENTO**

P = 1.20 metros  
 Hd = 0.81 metros  
 Ho = 0.95 metros



BL1 = 0.538      0.600 metros  
 BL2 = 0.615      0.650 metros



H1 = 2.70 Metros  
 H2 = 1.800 Metros

### 10.3.4 Análisis Estadístico.

**Tabla 25:** Tabla de análisis de Variabilidad

DISEÑO ACTUAL	DISEÑO AEXISTENTE	UND	INDICADORES		VARIABILIDAD (%)	DESCRIPCION	VARIABILIDAD PROMEDIO (%)
<b>Elementos de la Captación</b>	<b>Elementos de la Captación</b>						<b>-7%</b>
Ancho de la Bocatoma B=20m	Ancho de la Bocatoma B=20m	m	20	20	0%	no tiene ninguna variabilidad	
Ancho del Barraje Fijo :16.20m	Ancho del Barraje Fijo :14.40m	m	16.2	14.4	13%	Aumentó al 13% respecto al existente	
Ancho de Barraje Móvil: Lbm=3.00m	Ancho de Barraje Móvil: Lbm=2.00m	m	3	2	50%	Aumentó al 50% respecto al existente	
Numero de barraje móvil Nbm =1und	Numero de barraje móvil Nbm =2und	und	1	2	-50%	Disminuyó en 50% respecto al existente	
Dimensiones de la Ventana de Captación (0.80x0.30m)	Dimensiones de la Ventana de Captación (1.40x0.50m)	m2	0.24	0.7	-66%	Disminuyó en 54% respecto al existente	
Altura del Barraje Fijo: 1.20m	Altura del Barraje Fijo: 1.10m	m	1.2	1.1	9%	Aumentó al 9% respecto al existente	
<b>Elementos de La poza de disipación</b>	<b>Elementos de La poza de disipación</b>						<b>-3%</b>
Longitud de la poza: Lp=10.50m	Longitud de la poza: Lp=11.00m	m	10.5	11	5%	Aumentó al 5% respecto al existente	
Numero de dados deflectores n=10	Numero de dados deflectores n=8	und	10	8	-20%	Disminuyó en 20% respecto al existente	
Profundidad de la Poza r=0.95m	Profundidad de la Poza r=1.00m	m	0.95	1	5%	Aumentó al 5% respecto al existente	
<b>Longitud del RIP RAP</b>	<b>Longitud del RIP RAP</b>						<b>-3%</b>
Longitud del Enrocado Le=9.00m	Longitud del Enrocado Le=8.00m	m	9	8	-11%	Disminuyó en 11% respecto al existente	
Longitud del Solado delantero Ls=4.80m	Longitud del Solado delantero Ls=5.00m	m	4.8	5	4%	Aumentó al 4% respecto al existente	
<b>Altura del Muro de Encauzamiento</b>	<b>Altura del Muro de Encauzamiento</b>						<b>-2%</b>
Muro de encausamiento aguas arriba del barraje H1=2.60m	Muro de encausamiento aguas arriba del barraje H1=2.50m	m	2.6	2.5	-4%	Disminuyó en 4% respecto al existente	
Muro de encausamiento aguas abajo del barraje H1=1.80m	Muro de encausamiento aguas abajo del barraje H1=1.60m	m	1.8	1.8	0%	no tiene ninguna variabilidad	



## **10.4 Planos.**

*10.4.1 Plano de Ubicación.*

*10.4.2 Plano de Ubicación Hidrográfica.*

*10.4.3 Plano de delimitación de la sub cuenca Río Marcará.*

*10.4.4 Plano de área de Influencia.*

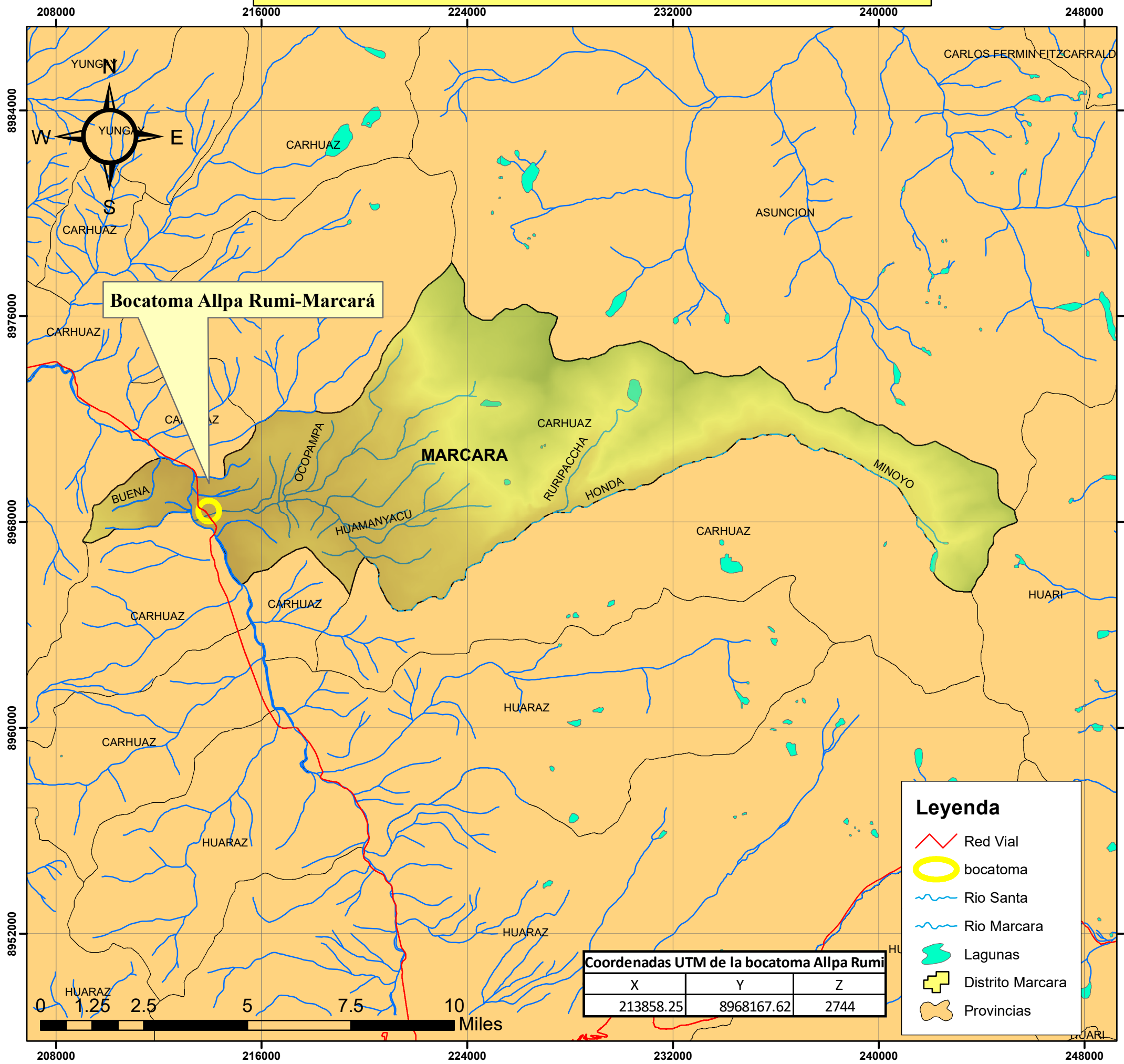
*10.4.5 Plano de topográfico.*

*10.4.6 Plano en planta de la bocatoma.*

*10.4.7 Plano de cortes y secciones de la bocatoma*

*10.4.8 Plano de detalles de la Poza de Disipación.*

# PLANO DE UBICACIÓN



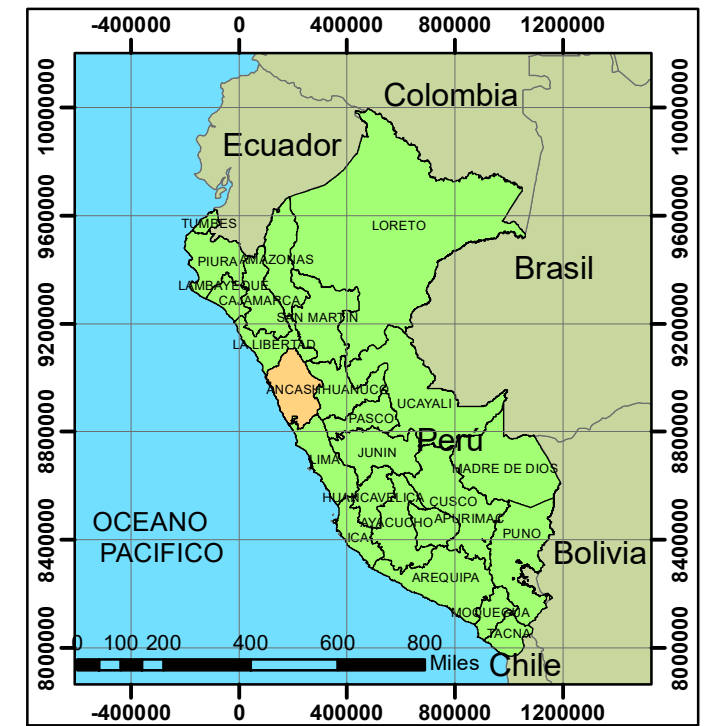
**Coordenadas UTM de la bocatoma Allpa Rumi**

X	Y	Z
213858.25	8968167.62	2744

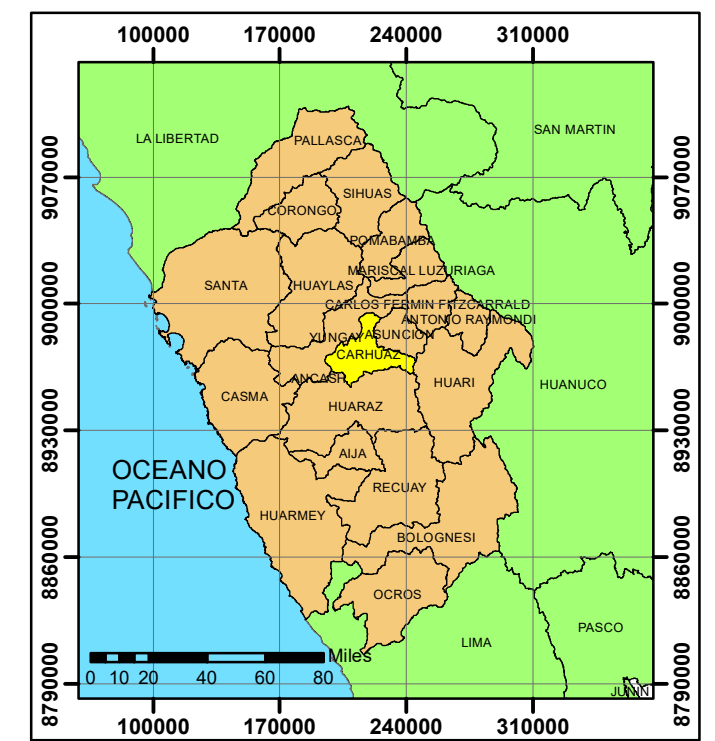
**Leyenda**

- Red Vial
- bocatoma
- Rio Santa
- Rio Marcará
- Lagunas
- Distrito Marcará
- Provincias

## MAPA DEL PERÚ Y REGIONES



## MAPA DE ANCASH Y PROVINCIAS



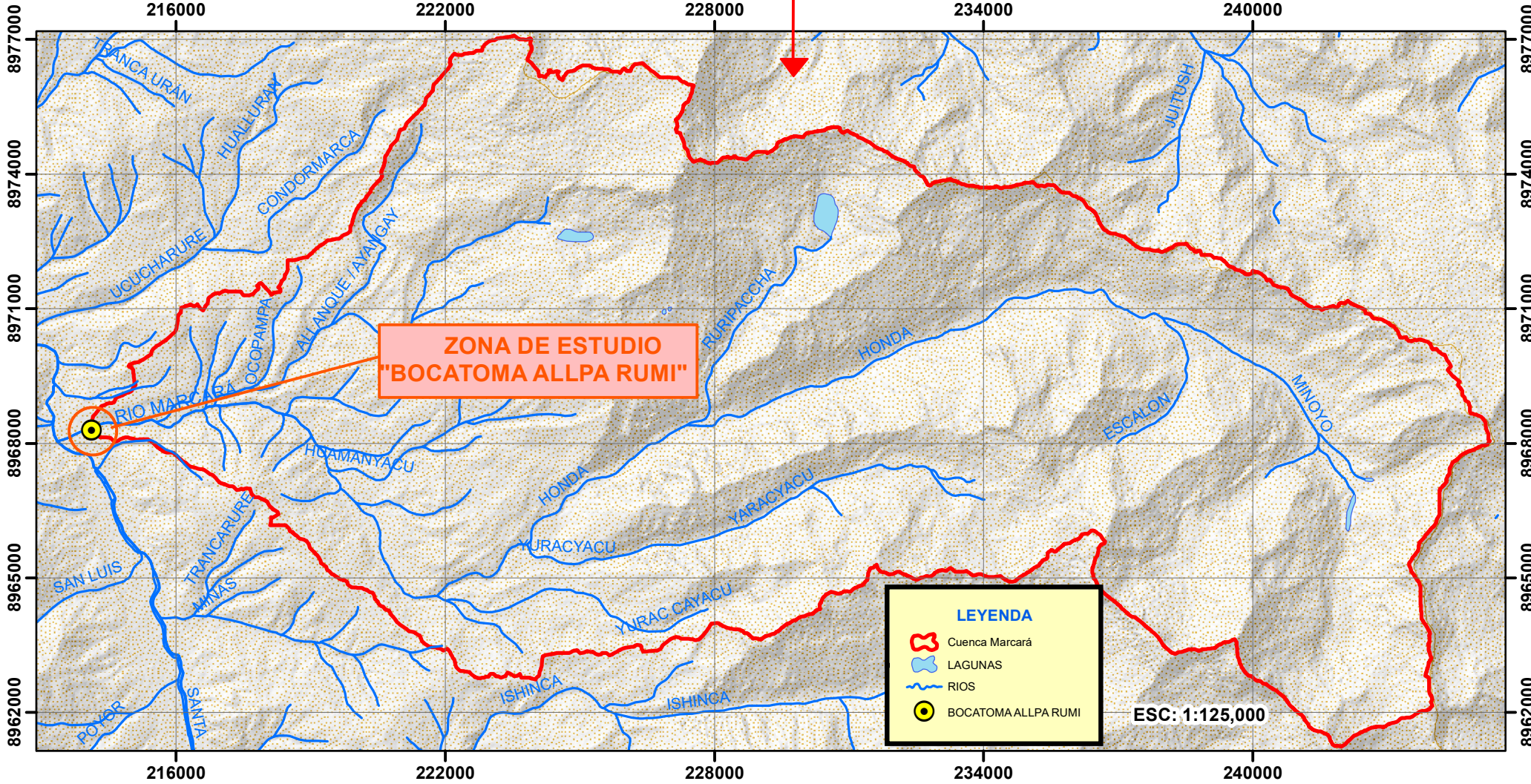
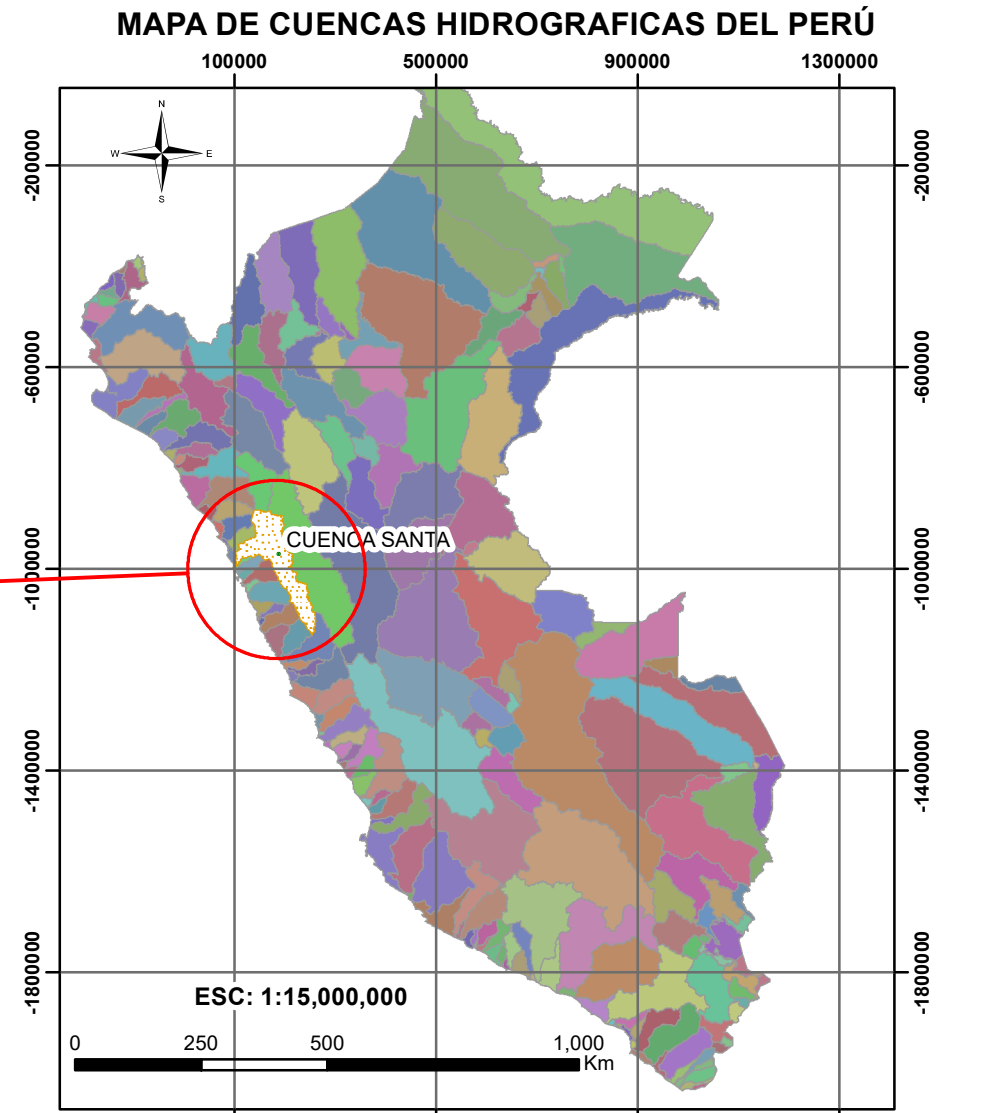
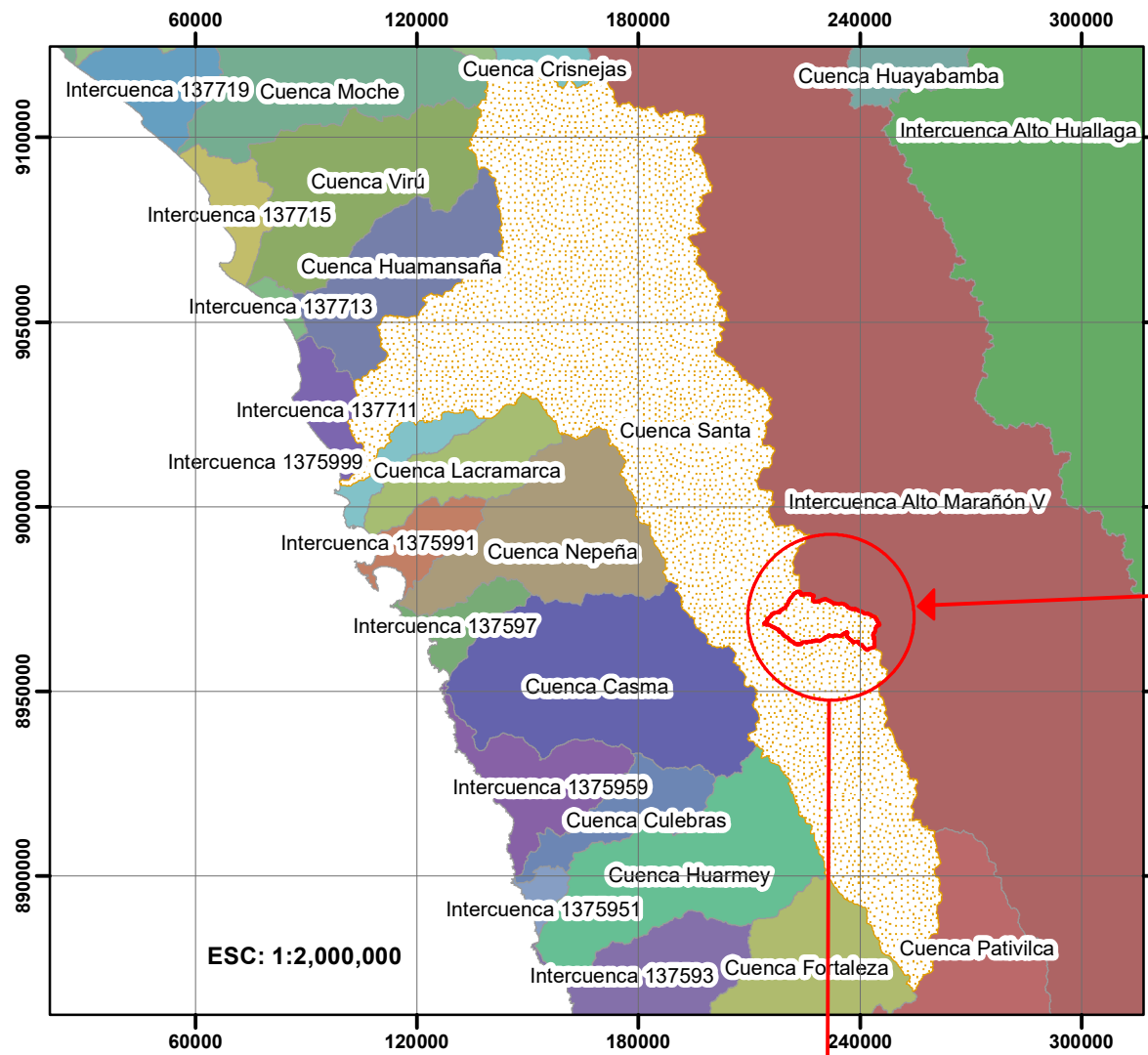

**"UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**


**TESIS:** "PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RIO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA SECTORES PRUAY-AMPUAMPU-MARCARÁ - CARHUAZ - ANCASH - 2020"

**PLANO: PLANO DE UBICACIÓN**

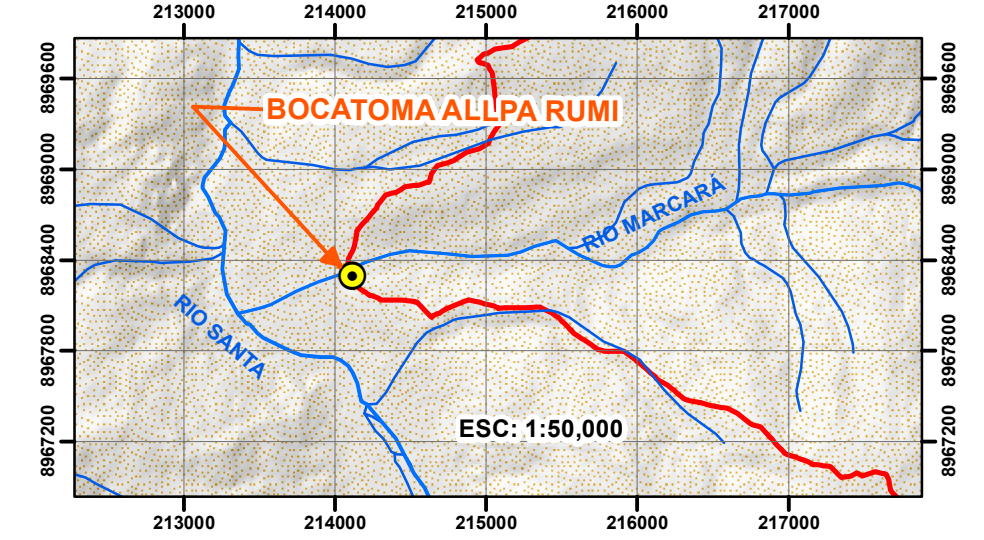
ELABORADO POR: Bach.CORNELIO VICOS NILTON ESCOBAR	ESC:1:160.000	FECHA: Agosto-2022	<b>PU-01</b>
DATUM: UTM - WGS84 - 18S			





**LEYENDA**

- Cuenca Marcará
- LAGUNAS
- RIOS
- BOCATOMA ALLPA RUMI



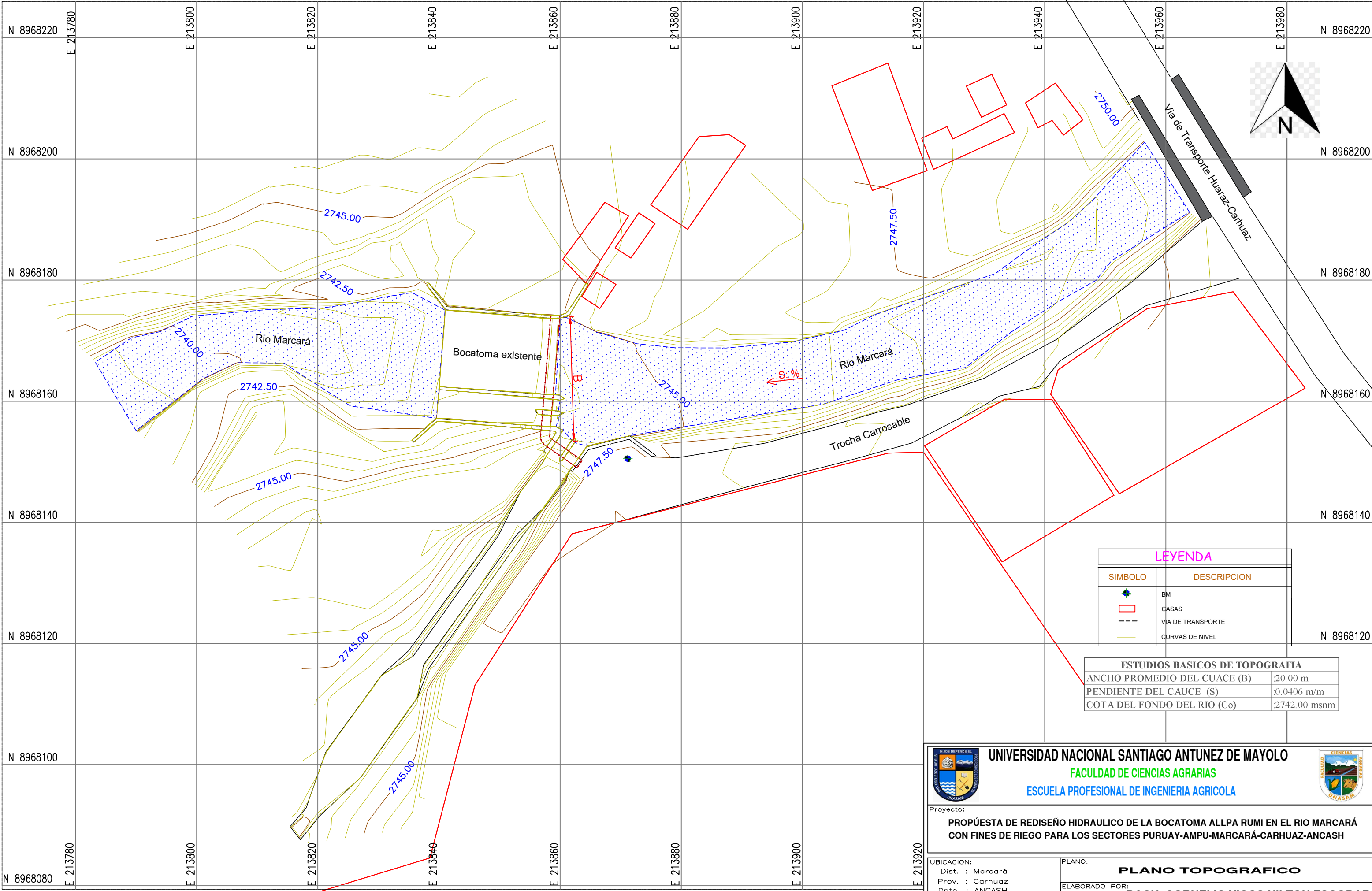
UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TESIS: "PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RIO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA SECTORES PRUAY- AMPU- AMPU - MARCARÁ - CARHUAZ - ANCASH - 2020"

PLANO: **PLANO DE UBICACIÓN HIDROGRÁFICA** MAPA N°: **02**

ELABORADO POR: Bach. CORNELIO VICOS NILTON ESCOBAR  
 PLANO: INDICADA FECHA: AGO. 2020  
 DATUM: UTM - WGS84 - 18S





**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCION
	BM
	CASAS
	VIA DE TRANSPORTE
	CURVAS DE NIVEL

**ESTUDIOS BASICOS DE TOPOGRAFIA**

ANCHO PROMEDIO DEL CUACE (B)	:20.00 m
PENDIENTE DEL CAUCE (S)	:0.0406 m/m
COTA DEL FONDO DEL RIO (Co)	:2742.00 msnm

**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO**  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

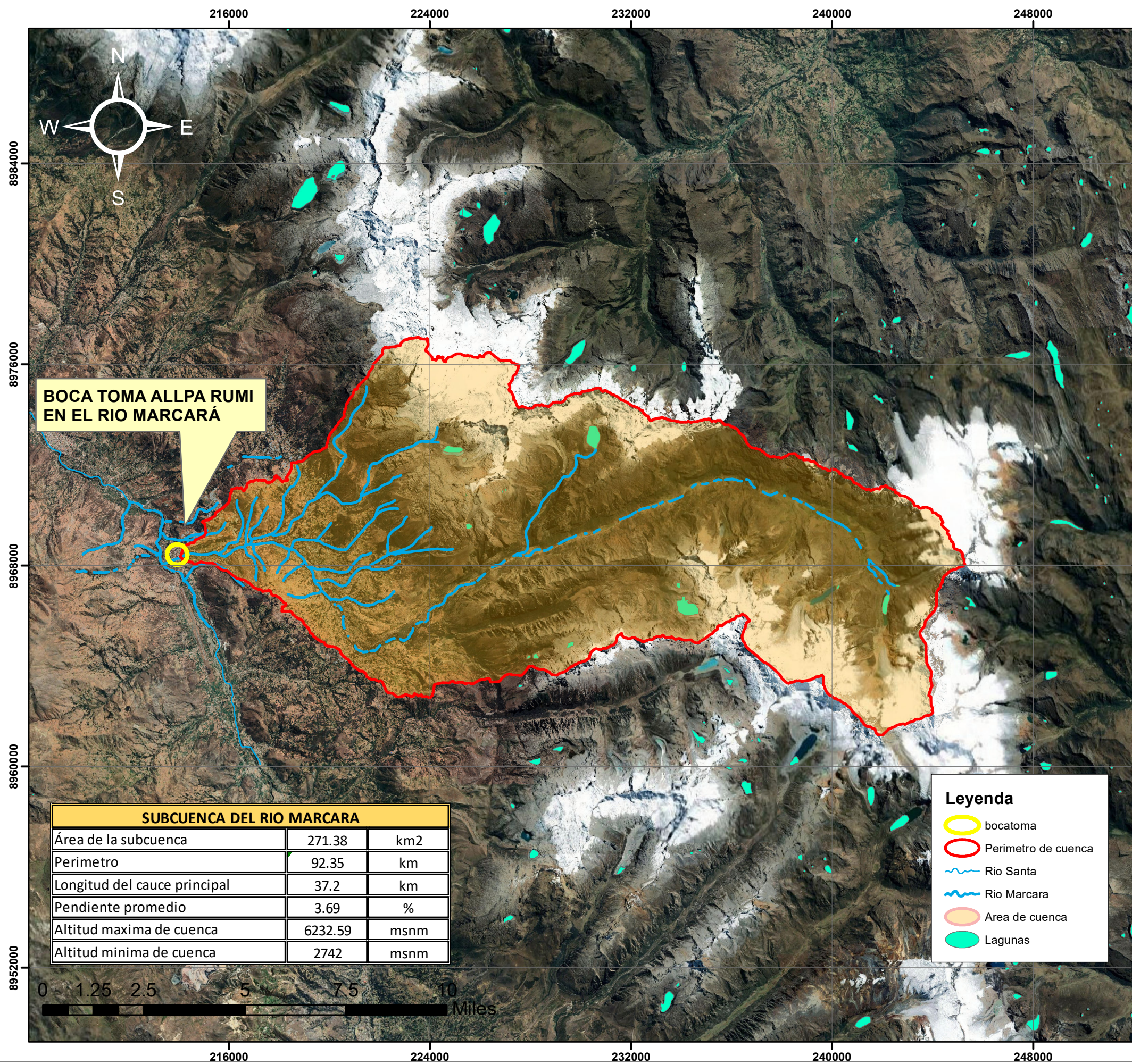
Proyecto:  
**PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RIO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA LOS SECTORES PURUAY-AMPU-MARCARÁ-CARHUAZ-ANCASH**

UBICACION: Dist. : Marcará Prov. : Carhuaz Dpto. : ANCASH	PLANO: <b>PLANO TOPOGRAFICO</b>
REVISADO: <b>ING. MEJIA ZUÑIGA, Eugenio Julian</b>	ELABORADO POR: <b>BACH. CORNELIO VICOS NILTON ESCOBAR</b>

Fecha: AGOSTO - 2022	N° Lamina: <b>PT-01</b>
ESCALA: 1/500	



# DELIMITACIÓN DE LA SUB CUENCA DEI RIO MARCARÁ



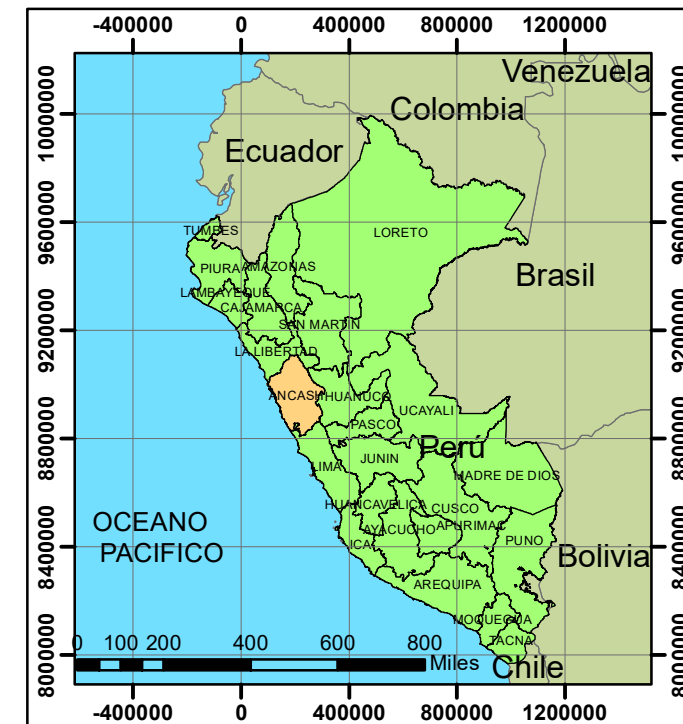
**BOCA TOMA ALLPA RUMI  
EN EL RIO MARCARÁ**

SUBCUENCA DEL RIO MARCARA		
Área de la subcuenca	271.38	km2
Perimetro	92.35	km
Longitud del cauce principal	37.2	km
Pendiente promedio	3.69	%
Altitud maxima de cuenca	6232.59	msnm
Altitud minima de cuenca	2742	msnm

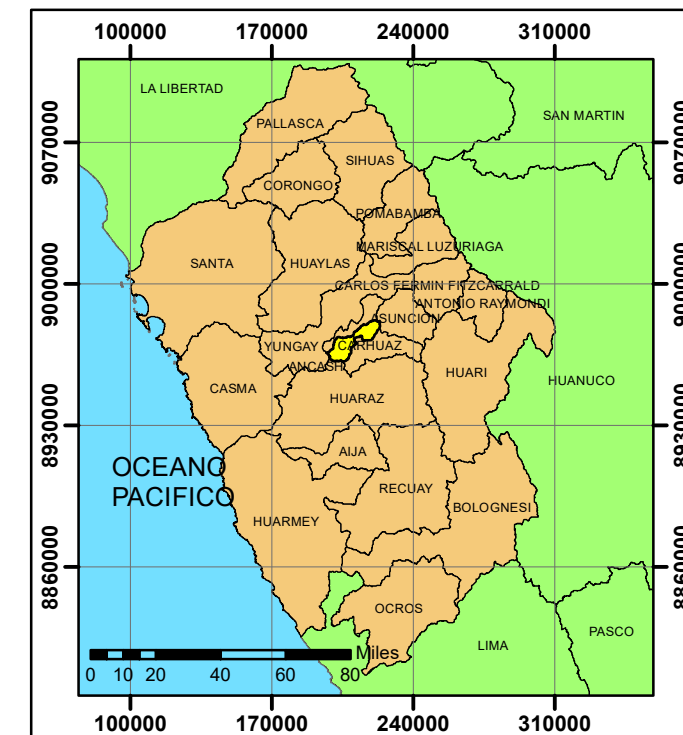
**Leyenda**

- bocatoma
- Perimetro de cuenca
- Rio Santa
- Rio Marcará
- Area de cuenca
- Lagunas

## MAPA DEL PERÚ Y REGIONES



## MAPA DE ANCASH Y PROVINCIAS




**"UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**


---

**TESIS: "PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RIO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA SECTORES PRUAY-AMPUAMPU-MARCARÁ - CARHUAZ - ANCASH - 2020"**

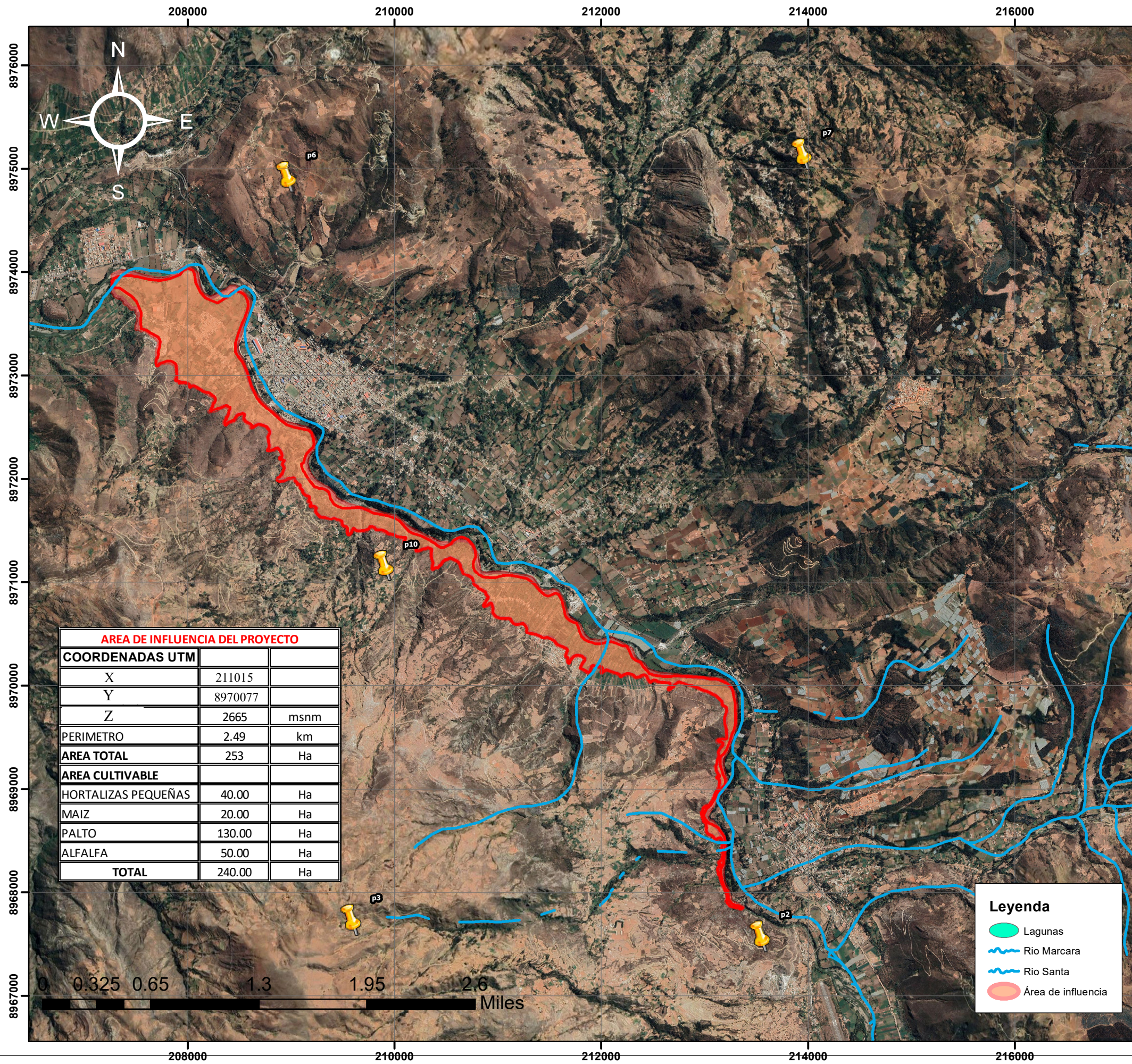
---

**PLANO: SUBCUENCA RIO MARCARA**

ELABORADO POR: <b>Bach.CORNELIO VICOS</b> <b>NILTON ESCOBAR</b>	ESC:1:160.000	FECHA: Agosto-2022	<b>PC-02</b>
	DATUM: UTM - WGS84 - 18S		



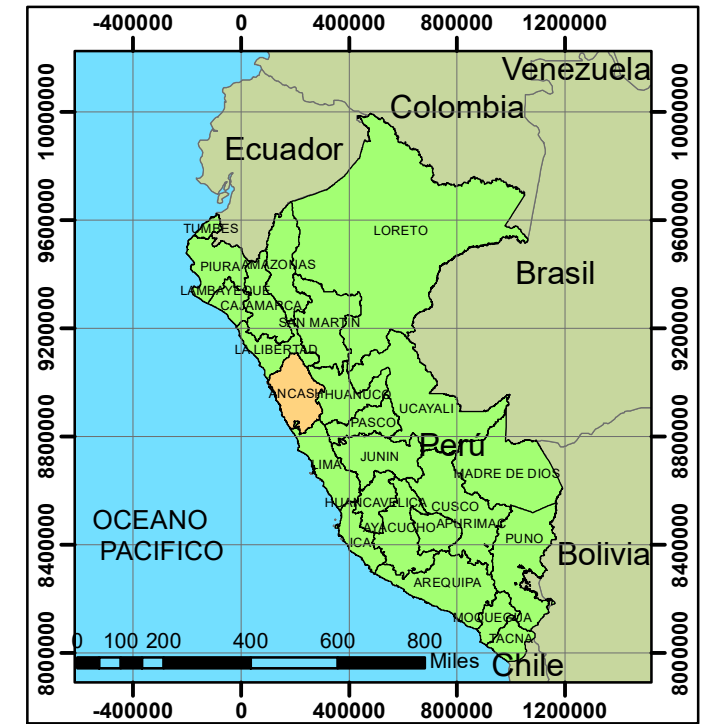
# PLANO DE ÁREA DE INFLUENCIA



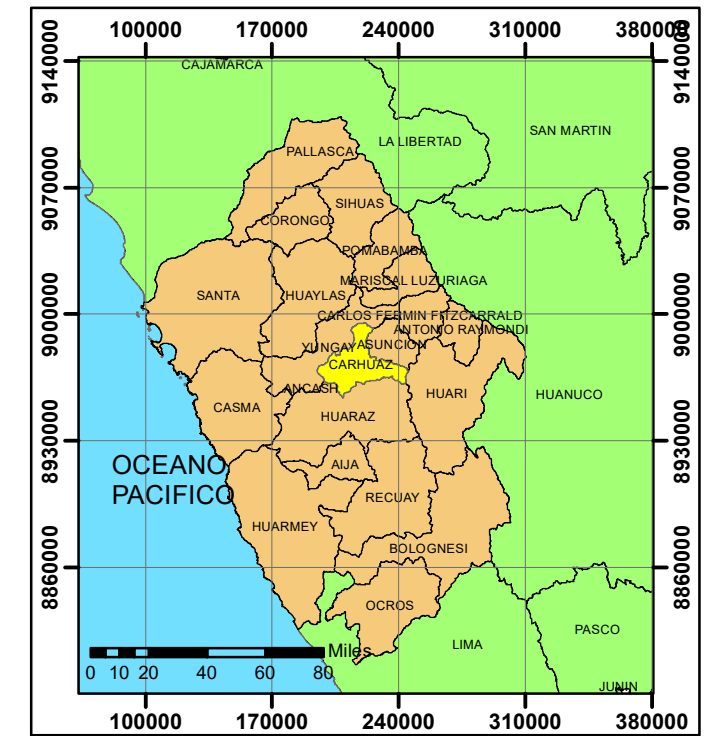
ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO		
COORDENADAS UTM		
X	211015	
Y	8970077	
Z	2665	msnm
PERIMETRO	2.49	km
AREA TOTAL	253	Ha
AREA CULTIVABLE		
HORTALIZAS PEQUEÑAS	40.00	Ha
MAIZ	20.00	Ha
PALTO	130.00	Ha
ALFALFA	50.00	Ha
<b>TOTAL</b>	<b>240.00</b>	<b>Ha</b>

Leyenda	
	Lagunas
	Rio Marcará
	Rio Santa
	Área de influencia

## MAPA DEL PERÚ Y REGIONES



## MAPA DE ANCASH Y PROVINCIAS

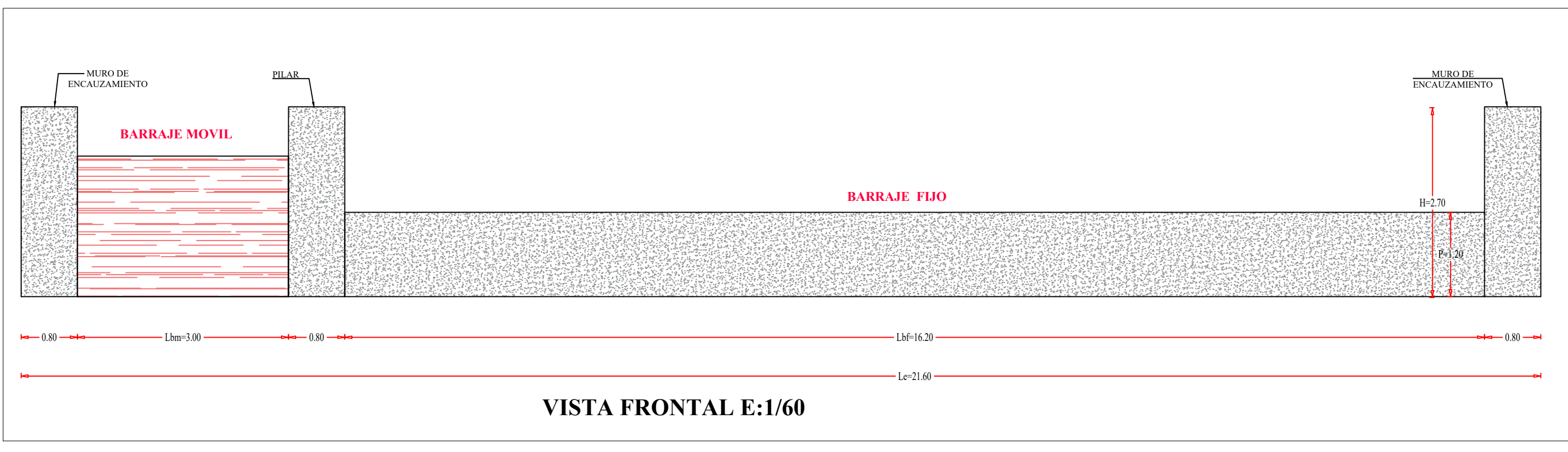
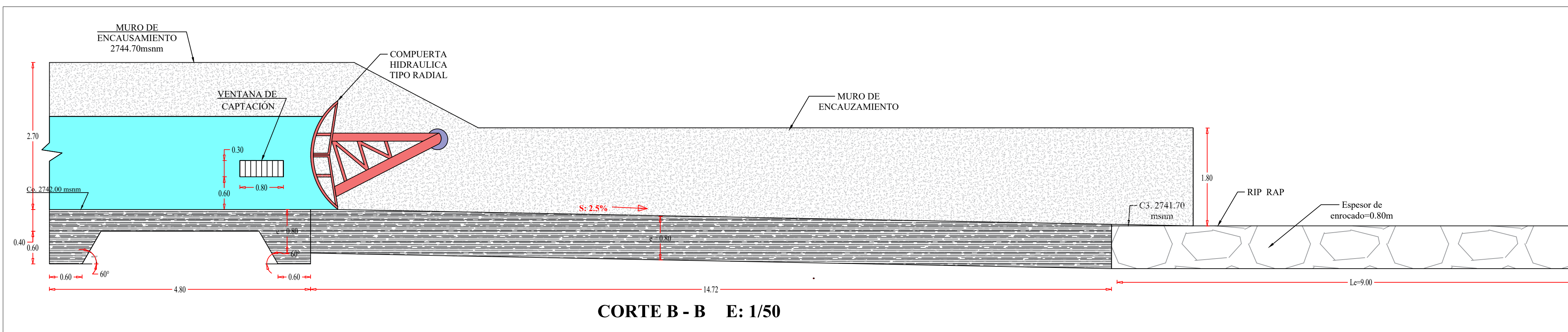
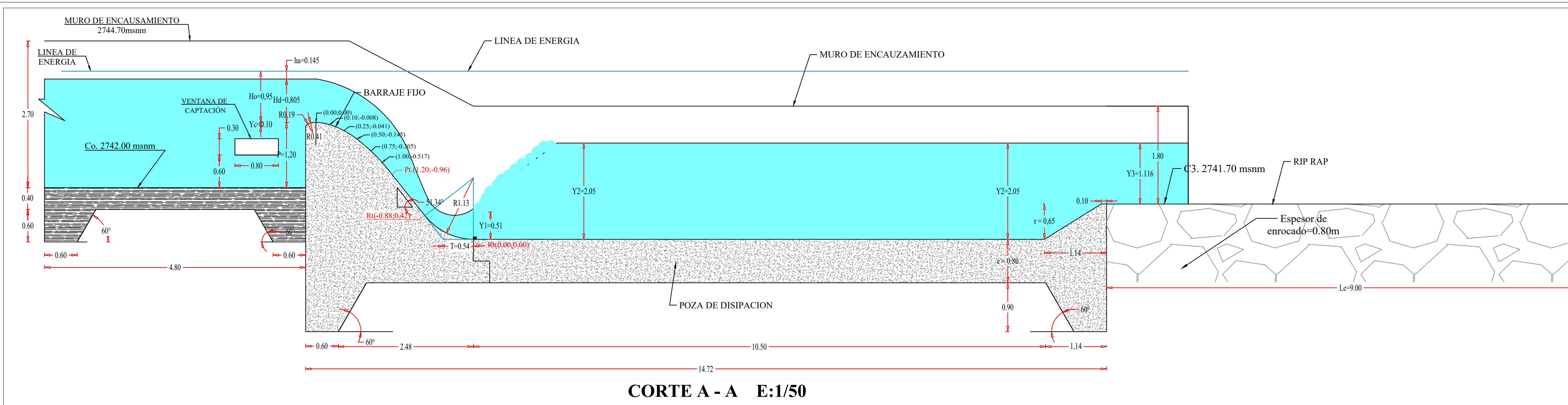



<p>"UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  <b>FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS</b>          ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA</p>		
<p>TESIS: "PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RIO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA SECTORES PRUAY-AMPUAMPU-MARCARÁ - CARHUAZ - ANCASH - 2020"</p>		
<p>PLANO: PLANO DE ÁREA DE INFLUENCIA</p>		
<p>ELABORADO POR:          Bach.CORNELIO VICOS          NILTON ESCOBAR</p>	<p>ESC:1:160.000          FECHA: Agosto-2022          DATUM: UTM - WGS 84 - 18S</p>	<p>PI-01</p>












**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**

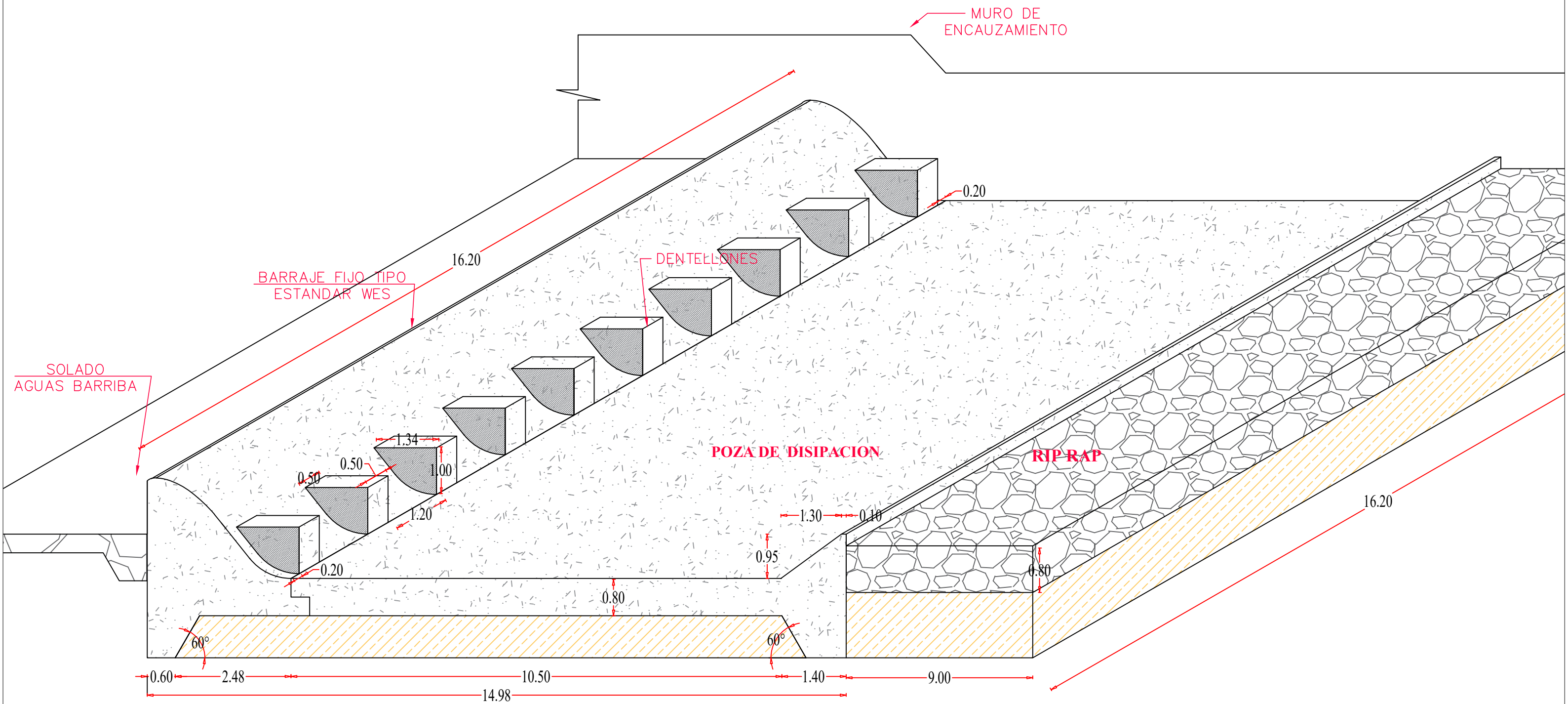


Proyecto: **PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RIO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA LOS SECTORES PURUAY-AMPU-MARCARÁ-CARHUAZ-ANCASH**



UBICACION: Dist. : Marcará Prov. : Carhuaz Dpto. : ANCASH	PLANO: <b>DETALLES Y SECCIONES</b> ELABORADO POR: <b>BACH. CORNELIO VICOS NILTON ESCOBAR</b>
REVISADO: <b>ING. MEJIA ZUÑIGA, Eugenio Julian</b>	Fecha: AGOSTO - 2022 ESCALA: INDICADA

N° Lamina: **PD-01**





**DETALLE DE LA POZA DE DISIPACION**

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO</b> FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA		
Proyecto: <b>PROPUESTA DE REDISEÑO HIDRAULICO DE LA BOCATOMA ALLPA RUMI EN EL RIO MARCARÁ CON FINES DE RIEGO PARA LOS SECTORES PURUAY-AMPU-MARCARÁ-CARHUAZ-ANCASH</b>		
UBICACION: Dist. : Marcará Prov. : Carhuaz Dpto. : ANCASH	PLANO: <b>DETALLE DE LA POZA</b>	ELABORADO POR: <b>BACH. CORNELIO VICOS NILTON ESCOBAR</b>
REVISADO: <b>ING. MEJIA ZUÑIGA, Eugenio Julian</b>	Fecha: AGOSTO - 2022	N° Lamina: <b>PD-01</b>
ESCALA: 1/75		