



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño hidráulico de obras de captación y conducción para mejorar la eficiencia del canal de riego, Porta Cruz - Ayacucho - 2021

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

**AUTORA:**

Quispe Palomino, Ida

<https://orcid.org/0000-0001-9381-5994>

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto

<https://orcid.org/0000-0002-4926-8556>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**Lima - Perú**

**2022**

## **Dedicatoria**

Este proyecto de investigación se lo dedico a Dios porque me dio los padres perfectos para mí, a mi Morenita por la vida y ser mi guía espiritual. A mis padres por su dedicación y amor incondicional, a mi hermano por ser en la medida posible mi ejemplo para vida.

## **Agradecimiento**

A Dios por la vida y darme los padres perfectos para mí, MMCN ellos mis mejores escudos para la vida.

A mi papá Oscar Quispe De La Cruz, ser la niña de sus ojos siempre es mi mayor orgullo, podría fallar a todos menos a él. Por su apoyo y amor incondicional.

A mi mamá Felicitas Palomino Pérez, mi mejor amiga y confidente, a ella por ser mi compañera de vida y nunca faltó un cafecito para cada amanecida.

A mi hermano Augusto Quispe Palomino, por motivarme a soñar en grande, metas en grande y nunca ser conformista.

A mi familia, amigos y mi querida amiga Melissa por sus palabras de apoyo.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	viii
Abstract .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>25</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación: .....	25
3.2. Variables, Operacionalización .....	26
3.3. Población y muestra y muestreo: .....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimiento de datos:.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos .....	31
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>87</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>96</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Carga muerta.....	10
Tabla 2: Radio mínimo en función al caudal.....	13
Tabla 3: Radio mínimo en canales abiertos para $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	13
Tabla 4: Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua.....	13
Tabla 5: Elementos de una curva.....	14
Tabla 6: Relación plantilla vs tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas.....	17
Tabla 7: Valores de rugosidad “n” de Manning.....	19
Tabla 8: Relación de secciones y formas geométricas más usadas.....	19
Tabla 9: Taludes apropiados para distintos tipos de material.....	20
Tabla 10: Pendientes laterales en canales según tipo de suelo.....	20
Tabla 11: Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación.....	21
Tabla 12: Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia.....	21
Tabla 13: Borde libre en función del caudal.....	22
Tabla 14: Borde libre en función de la plantilla del canal.....	23
Tabla 15: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.....	37
Tabla 16: Clasificación del cuerpo de agua superficial.....	46
Tabla 17: Características del área de influencia.....	46
Tabla 18: Registro de precipitación mensual(mm).....	47
Tabla 19: Registro de temperatura media mensual (C°).....	48

Tabla 20: Registro de humedades relativas diarias (%) .....	48
Tabla 21: Registro pluviométrico Allpachaca.....	52
Tabla 22: Registro pluviométrico Putacca .....	53
Tabla 23: Registro pluviométrico Cuchoquesera.....	54
Tabla 24: Registro pluviométrico Tunsulla.....	55
Tabla 25: Registro pluviométrico Choccoro.....	56
Tabla 26: Registro pluviométrico Apacheta .....	57
Tabla 27: Presipitacion total mensual.....	58

## Índice de figuras

Figura 1: Sección típica de un canal.....	15
Figura 2: Área de estudio .....	33
Figura 3: distribución de la provincia huanca Sancos- Carapo-Porta Cruz.....	34
Figura 4: Levantamiento topográfico y reconocimiento del área del proyecto .....	36
Figura 5: Ubicación política del proyecto de investigación .....	45
Figura 6: Ubicación de la sub cuenca.....	45
Figura 7: serie de componente transitoria en la forma de salto .....	50
Figura 8: Análisis de doble masa.....	51

## Resumen

El presente proyecto de investigación se realizó en el centro poblado de porta cruz- Ayacucho el cual tuvo por objetivo Determinar la influencia del diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021. Cuyo tipo de investigación fue descriptiva no experimental, así mismo el nivel de investigación fue aplicativo y con un enfoque cuantitativo.

Como resultado del estudio topográfico se obtuvo el perfil del terreno con un pendiente promedio de 8.15% el cual varia a lo largo del tramo. Del estudio de suelos se determinó las características físico mecánicas del suelo, como resultado se obtuvo un suelo predominante como es ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC), CONTENIDO DE HUMEDAD promedio de 21.84%(%w), LIMITE LIQUIDO (LL) promedio de 40 LIMITE PLASTICO (LP) promedio de 24 INDICE PLASTICO (IP) promedio de 16. Y cuya capacidad portante fue de 1.05kg/cm<sup>2</sup>, asimismo se diseñó una canal de sección trapezoidal cura resistencia es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, el cual transportara un caudal de 0.057m<sup>3</sup>/s, altura (h) de 0.30m; talud (z) de 0.50m espesor de losa(e) 0.12m, asimismo se diseñó para una bocatoma de tipo lateral la cual captara un caudal de 0.057m<sup>3</sup>/s con su respectiva ventana de captación cuyo ancho es de 0.80 x 0.15 de alto. Dentro del diseño se consideró las obras de arte como: canoa L=5m alcantarilla (5.0m x 20.0) ancho y luz respectivamente. Se concluye que el diseño hidráulico tanto de las obras de captación y conducción influirá de manera tal que la eficiencia de conducción mejore, donde el promedio de la eficiencia calculada es de 66.78%, siendo regular. Se busca una eficiencia buena superior al 90%, que capte un caudal de 0.05m<sup>3</sup>/s y esta satisfaga un área de 57.50hectareas.

**Palabras clave:** canal, conducción, eficiencia, riego, diseño.

## Abstract

The present research project was carried out in the town of Porta Cruz-Ayacucho, which aimed to determine the influence of the hydraulic design of collection and conduction works to improve the efficiency of the irrigation canal, Porta Cruz-Ayacucho, 2021. Whose type of research was non-experimental descriptive, likewise the level of research was applicative and with a quantitative approach.

As a result of the topographic study, the terrain profile was obtained with an average slope of 8.15%, which varies along the section. From the soil study, the physical-mechanical characteristics of the soil were determined, as a result, a predominant soil was obtained, such as CLAY SAND WITH GRAVEL (SC), average MOISTURE CONTENT of 21.84% (%w), average LIQUID LIMIT (LL) of 40 PLASTIC LIMIT (LP) average of 24 PLASTIC INDEX (IP) average of 16. And whose bearing capacity was 1.05kg/cm<sup>2</sup>, a trapezoidal section channel was also designed, cures resistance is 210 kg/cm<sup>2</sup>, which will transport a flow of 0.057m<sup>3</sup>/s, height (h) of 0.30m; slope (z) of 0.50m thickness of slab (e) 0.12m, it was also designed for a lateral type intake which would capture a flow of 0.057m<sup>3</sup>/s with its respective intake window whose width is 0.80 x 0.15 high. Within the design, the works of art were considered as: canoe L=5m sewer (5.0m x 20.0) width and light respectively. It is concluded that the hydraulic design of both the catchment and conduction works will influence in such a way that the conduction efficiency improves, where the average efficiency calculated is 66.78%, being regular. A good efficiency greater than 90% is sought, which captures a flow of 0.05m<sup>3</sup>/s and this satisfies an area of 57.50 hectares.

**Keywords:** channel, conduction, efficiency, irrigation, design.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional los canales de riego cuya función es la de conducir el agua desde su captación hasta el lugar de aplicación, siendo una de la problemática, la escasez del agua.

A nivel nacional enfrentamos la misma problemática, donde la eficiencia de las obras de conducción nos permitirá evaluar la pérdida de agua en un canal principal comprendido desde la Captación hasta el punto final de la misma.

En la región de Ayacucho, los pobladores no están ajeno a esta problemática donde su actividad principal económica es la agricultura. En el centro poblado de Porta Cruz provincia Huanca Sancos- Ayacucho, desarrollan una agricultura que es netamente tradicional, donde el agua es captada de manera convencional y es conducido a través de un canal natural hasta la bocatoma de QOCHAWICHQANA donde es almacenada, para luego ser conducida hasta las áreas de riego, Siendo este un sistema de riego de uso diario por parte de los beneficiarios. No obstante, el agua es un recurso natural fundamental y de suma importancia para las actividades agropecuarias, el cual se requiere de un aprovechamiento responsable considerando su escasez en algunas zonas del país. El recorrido a lo largo de este canal de riego permitió determinar el estado en que se encuentra, Ya que el deterioro que este presenta es a simple vista ocasionando que la cantidad de caudal que transporta estos canales naturales de riego sea insuficiente para los beneficiarios, afectando de esta manera su productividad. Si esta problemática continúa presentándose, este canal de riego en un futuro continuará perdiendo sección y viéndose reducida por el deslizamiento de piedras, como también el crecimiento de malezas, fugas de agua por la presencia de canales de distribución realizadas por los mismos pobladores, los cuales interfieren en la eficiencia de este canal de riego, depósito de sedimentos, productividad insuficiente, baja calidad de vida, incremento de la pobreza rural.

Toda esta situación no facilita para el mejoramiento de la economía, originando el poco interés por la implementación tecnológica, con ausencias notables de orientación empresarial y visión a largo plazo. La demanda de

alimentos y el aumento exponencial de los seres humanos a ocasionado que tomen más énfasis en implementar el sistema de producción que genere muchos beneficios a la humanidad. Existen muchos métodos de implementación de recursos hídricos entre ellas tenemos el riego.

En la actualidad se presenta la aplicación de la ingeniería para el diseño hidráulico de la obra de captación y conducción, teniendo en cuenta las condiciones actuales en la que se encuentran, analizado la realidad problemática exponemos como variables a “diseño hidráulico de obras de captación y conducción” y “mejorar la eficiencia del canal de riego”; por consecuencia, es necesario formular la pregunta, considerando como **problema general** ¿Cómo influye el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?, y como **problemas específicos:** ¿Cómo influye el diagnóstico situacional y estudios básicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?; ¿Cómo influye los estudios hidrológicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?1?; ¿Cómo influye la medición del caudal en obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?; y ¿Cómo influye el diseño geométrico y estructural de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?.

Asimismo, el este proyecto de investigación presento **justificación práctica**, ya que este estudio está previniendo el problema mencionado, **Justificación teórica**, porque resume los aportes de otros autores dentro del marco teórico que hace referencia a los variables en estudio, **Justificación económica**, a mayor producción mejor economía y cálida de vida asimismo disminuirá la pobreza, **Justificación social:** este aporte será en beneficio del Centro Poblado de Portacruz, **Justificación investigativa**, ya que esta investigación será un aporte más para dar pie a otros y pueda ser una iniciativa para seguir estudio dentro de este campo de la ingeniería hidráulica.

Luego, teniendo en cuenta las condiciones anteriores, se estableció como **objetivo general**: Determinar la influencia del diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021. y como **objetivo específico**: realizar diagnostico situacional y estudios básicos en el canal de riego, realizar estudios hidrológicos, realizar medición del caudal, realizar diseño geométrico y estructural de la captación y el canal.

Finalmente, planteamos como **hipótesis general**: El diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021. y como **hipótesis específica**: el diagnostico situacional y estudios básicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021; los estudios hidrológicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021; realizar la medición del caudal en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021; el diseño geométrico y estructural en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Como antecedente internacional tenemos a BALTONADO Y MORALES (2015), Cuyo **objetivo** de esta investigación fue Diseñar hidráulicamente un canal cuya longitud es de 1km de la ciudad sandino. Como **resultado** de esta investigación se obtuvo tanto la forma geométrica del canal como también su pendiente, asimismo a lo largo del canal se ve deformaciones como es canales de ensanchamiento de promedio 22.95m el cual encontramos en diferentes progresivas, de igual manera con una profundidad cuyo promedio es de 4.32m. durante el proceso del levantamiento topográfico y al presentar estas desigualdades tanto en ensanchamiento como la profundidad es posible que estos tramos haya ocurrido posibles socavaciones y representa un constante peligro para la comunidad. **Metodología** descriptiva no experimental y se **concluyó** realizar un diseño teniendo en cuantas las características del terreno como se sabe este material es erosionable por lo que se planteó diseñar un canal cuya base es de 4m y la talud de 0.50m, con un borde libre de 1m. y espejo de agua 5.60m por el cual transitara un caudal de 57.17m<sup>3</sup>/s el cual es mayor que el caudal de diseño.

Según YUNGÁN (2019). La investigación tuvo como **objetivo** conocer la eficiencia de conducción en el ramal secundario, la eficiencia de conducción y distribución en el óvalo, cuyo **resultado** de la eficiencia de conducción de este canal dio como resultado promedio 75%, asimismo se determinó que la pérdida de agua se da por filtración, evaporación. Un ejemplo de ello es la filtración en las compuertas de los canales. Y la evaporación atreves de los espejos de agua. La eficiencia de distribución del agua para riego es pobre ya que solo es el 45% debido que no hay orden en el riego y hay un mal manejo de este recurso. Se **concluyó** que la eficiencia en canales de segundo orden es buena, pero al haber mal manejo y distribución de agua ocasiona una gran pérdida de agua.

PATRICIA.C.A. (2017). El **objetivo** de esta investigación es implementar una infraestructura de riego optima de drenaje y riego para el buen uso del sistema de producción agraria. Cuya **metodología** es de investigación aplicada y diseño de

investigación es no experimental. Como **resultado** del estudio realizado se definió el ancho de la sección, geometría, ancho de solera, sensibilidad de diseño (escenario más desfavorable para lo cual se diseñó), considerando estos resultados se **concluyó** que es importante tener en cuenta los diversos factores tradicionales y conservadoras como es la necesidad de respetar la parte tributaria asimismo considerar implementar la participación de la parte técnica y estratégica.

## **ANTECEDENTES NACIONALES**

Según GUEVARA (2021) . la investigación tuvo como **objetivo** el diseño del canal de riego doña Ana A, centro poblado campamento-chota-Cajamarca. Cuya **metodología** esta investigación es de enfoque cuantitativo, aplicada y diseño experimental. **resultado** del levantamiento topografía se tiene la altimetría que forman las curvas de nivel y la geometría del terreno que sirve para el diseño hidráulico del canal, el análisis de la mecánica de suelo, estudio hidrológico el cual permitió calcular las precipitaciones máximas, asimismo el diseño hidrológico se realizó respetando el manual de obras hidráulicas de la ANA. como **conclusión** se sabe que el canal tiene una extensión de 4+841.149km.) del estudio realizado se sabe que este canal transporta 160l/s con la mejora se llegó a transportar 240l/s llegando a un notable mejoramiento, para proponer la forma geométrica del canal se siguió respetando las normas de la ANA, siguiendo los criterios de diseño de obras hidráulicas.

Según FIESTAS Y SEGURA (2020). la investigación tuvo como **objetivo** Realizar el diseño del Canal de Riego Caserío Acequia alta, Cascas, Gran Chimú- La Libertad, que cumple con las normas y especificaciones técnicas de acuerdo a la Autoridad Nacional de Agua. Cuya **metodología** es del tipo de investigación aplicada de diseño no experimental descriptivo siempre. Como **resultado** de la visita a campo se sabe que el canal de cascadas está conformado por bocatoma, canal de conducción principal y secundario, asimismo obras de arte. El tramo estudio fue de 7+994.86km cuya área aprovechable fue de 15has. Se **concluye** que el terreno accidentado y como resultado del estudio de suelo se sabe que es arena limosa, y cuyo porcentaje de humedad es de 10.10% a 14.20%, como

también tipo de suelo arena limosa con grava, cuyo porcentaje de humedad 6.50%, cuya capacidad portante para este tipo de suelo es de 1.75kg/cm<sup>2</sup> cuyo dato será importante para el diseño del canal, asimismo se desarrolló el diseño geométrico para dar la forma del canal. El estudio para la bocatoma y obras de arte, las cuales son obras laterales, compuertas o tomas laterales, asimismo del levantamiento topográfico se tiene pendientes que varían desde 7.30% a 9.00% cuyo dato esta dentro de los parámetros estipulados en el manual de la ANA (autoridad nacional del agua).

Según PAREDES (2019). la investigación tuvo como **objetivo** Realizar el diseño del mejoramiento del canal de riego Laguna Viva, caserío Yamobamba, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión- La Libertad, la cual deberá cumplir con la norma técnica del ANA (autoridad nacional de agua). cuya **metodología** es descriptivo, no experimental. Como **resultado** del levantamiento topográfico y la visita de campo y en conformidad al reglamento de la ANA este cuenta con altos relieves, y pendientes accidentados los cuales superan el 50%, del estudio hidrológico se obtuvo como dato la precipitación máxima cuyo promedio es de 35.48, asimismo para el cálculo se conto con los datos obtenidos del SENAMH, las cédulas de cultivo y el área de los beneficiarios, es importante mencionar que el estudio hidrológico son datos obtenidos en sus mayores avenidas, es decir del mes de febrero donde llevan sus mayores caudales. Se **concluye** del estudio realizado se obtuvo un caudal máximo de 7.54m<sup>3</sup>/s, y un caudal de diseño es cual es de 0.05m<sup>3</sup>/s. según diseño se tiene la sección geométrica de forma triangular, constituida por canal principal y secundario cuya dimensión es como se describe un tirante promedio de 0.15m, 0.35m de base y 0.30m de altura con un espesor de 0.10m, un borde libre de 0.10m, 10 pozas disipadoras de concreto armado de 1.50m de base por 0.50m de ancho y 0.40m de fondo. además de 02 partidores de caudales para los canales secundarios.

## **ANTECEDENTES LOCAL**

Según JAUREGUI (2019). Tuvo como **objetivo** realizar el diseño hidráulico de la bocatoma en el río Moyobamba y evaluar en qué medida incide este diseño para la

mejora de la captación del recurso hídrico del sistema de irrigación en los sectores de cultivo Ccecca, Ishua, y Huaycahuacho. Cuya **metodología** de diseño es descriptiva, no experimental y aprovechando los recursos hidrológico y ventajas de estas técnicas eficientes. Como **resultado** de la investigación para un periodo de retorno de 50 años se tendrá un caudal máximo  $Q=875\text{m}^3/\text{s}$ , y un caudal mínimo de  $Q=2.5\text{m}^3/\text{s}$ . asimismo para un área de cultivo aprovechable de 750has. Se necesitará un  $Q=2.5\text{m}^3/\text{s}$  para satisfacer la necesidad, **concluye** que para los sectores en estudio como Ccecca, Ishua y Huaycahuacho será abastecido con un caudal promedio de  $0.5\text{m}^3/\text{s}$  ya que es el caudal que se calcula será captado por la bocatoma. Para el calculo de este caudal se realizó estudio hidráulico para unas 975has. Los criterios que se tuvo que tener en cuenta al momento del diseño la pendiente del rio, sedimentos, épocas de estiaje, y material que transporta el rio en épocas de altas lluvias. Asimismo, se eligió una bocatoma tipo tirolés debido a que transporta poca agua el cual es menos a  $1\text{m}^3/\text{s}$ .

Según TELLO Y SANCHEZ (2020). Esta investigación tuvo como **objetivo** Mediante el análisis de un estudio hidrológico estimar el caudal requerido y con este elaborar el diseño hidráulico de las obras de arte necesarias para abastecer un sistema de irrigación que proporcionará agua a 100 hectáreas de cultivo de palta en el distrito de Luricocha, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho. cuya **metodología** de estudio descriptivo simple, no experimental. como **resultado** de la investigación para el diseño de la bocatoma se utilizó  $1\text{m}^3/\text{s}$ , cuyo dato es del estudio de la máxima avenida con un tiempo de retorno 25 años, tal como se encuentra en el manual de ANA. Para este proyecto como obras de captación se ha diseñado bocatoma y su desarenador obras de conducción tenemos un canal cuya forma geométrica es triangular, al tener un relieve accidentado se tomo en cuenta el planteamiento de rápidas así como también el planteamiento de un canal cerrado por tubería, hacia el área de riego. Se **concluye** que para satisfacer la demanda de riego será necesario captar un caudal estimado del rio , donde el caudal estimado es de  $0.10\text{ m}^3/\text{s}$  este dato es posible por el estudio hidrológico, y las cedula de cultivo. Asimismo, se propone la ejecución de un reservorio con la finalidad de almacenar agua para las épocas de estiaje donde los meses de agosto y septiembre son escasas. Por la misma escases es q se sugiere implementar un

tipo de riego por aspersión, siendo un tipo de riego que impulsa a un riego mas eficiente.

Según JAMBER (2019).Esta investigación tuvo como **objetivo** diseño de la bocatoma y canal de derivación de pueblo escondido, sector marripón. Cuya **metodología** de diseño es descriptiva, no experimental. La cual busca ser aplicada por parte de los usuarios. Como **Resultado** del estudio hidrológico se tiene un caudal máximo  $Q_{max}=46.02m^3/s$ , y del estudio topográfico se obtuvo una pendiente promedio de 1.8%, asimismo se realizó estudio de mecánica de suelos de los cuales 6 calicatas cuya profundidad es de 3m a largo del canal y otros 3 para el diseño de bocatoma y como resultado se tiene la presencia de limo y arcilla. Y cuya capacidad portante es de  $1.60kg/cm^2$ . Se **concluye** el diseño tanto del bocatoma y canales de riego satisficieran la demanda para estos terrenos de cultivo

#### **ARTÍCULOS CIENTÍFICOS:**

**Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 (2005). Perú: Ministerio del ambiente.**

Esta ley nos habla del derecho que tenemos como es a vivir en un ambiente saludable, las mismas que se pueden encontrar en los artículo del 01 al 03. Asimismo, organizarnos y coordinar para para su gestión del cuidado de la misma. Así como también el cuidado de la salud tanto personal como colectiva. La perpetua conservación de todos los seres vivos que habitan el medio ambiente. Los cuales influyen para el desarrollo económico y la producción.

**Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 (2010) .Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.**

El agua siendo el recurso fundamental es amparado mediante esta ley. La cual tiene como función la gestión del agua para regular su uso. Comprende agua del rio, mar y en toda su extensión. Todo en cuanto resulte aprovechable.

La Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338.Tiene como único objetivo regular el uso del agua tanto marítimo como superficial y subterráneo. Y todo en cuanto esté relacionada a ello.

Como bases teóricas relacionadas a las variables tenemos los siguiente:  
**Variable independiente:** principales conceptos teórico **DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN estructuras Hidráulicas:** son aquellas estructuras hidráulicas tal como su nombre lo dice están directamente relacionadas al pase del agua, donde estas pueden tener velocidad constante, velocidad variada o velocidad igual a cero es decir en reposo. Estas estructuras pueden ser cerradas o abierta.

Estas estructuras son usadas con diferentes finalidades, tales como:

- almacenamiento de agua y posterior generación de energía
- Riego para diferentes tipos de cultivos
- conducción de agua para consumo de los seres vivos o industrial

**Tipos de estructuras hidráulicas:** Según ramos (2014) son diversos los tipos de estructura hidráulica que se utilizan para el riego de canales, cada una con diferentes funciones, como es de conducción eficiente del agua y regulación de descargas los cuales tienen como función disminuir la velocidad y las paredes de estos canales no se vean afectados. Protegiendo de esta manera daños tanto internos como externos en los canales de riego.

- Estructuras de conducción
- Estructuras de regulación
- Estructuras de medición
- Estructuras de protección

### **Consideraciones de diseño**

Para el diseño de una estructura hidráulica se debe de tener en consideración de diseño tanto estructural, hidrológico, suelo.

**Diseño hidráulico:** el diseño hidráulico de canales consistirá en realizar el dimensionamiento del canal, así como dar la forma geométrica de la misma en función al caudal que transportará y la demanda requerida por los usuarios.

**Diseño estructural:** esta direccionada al espesor del concreto, así como al refuerzo de acero para dar soporte a los momento y esfuerzos de corte directo originados por toda la carga distribuida en la estructura.

**Diseño de estabilidad:** este diseño está en función del estudio de suelo, donde el suelo de fundación deberá ser resistente al deslizamiento, volteo, con buena compactación evitando el acolchonamiento de este material. Se busca tener presiones de fundación menores a los admitidos.

### Cargas

- **General:** son cargas vivas y muertas así como presiones laterales cuya estructura tiene la capacidad de resistir.
- **Carga muerta:** aquellas cargas muertas usadas en canales están mencionadas en el siguiente cuadro:

Tabla 1: carga muerta

Carga	Peso específico (kg./m <sup>3</sup> )
Agua	1000
Relleno precompactado	
Seco	1600
Saturado	2000
Relleno compactado	
Seco	1950
Saturado	2400
Concreto	2400

Fuente: Hidráulica de canales (Villón bejar,2007)

### CRITERIOS PARA DISEÑO DE CANALES ABIERTOS

En el diseño de los canales, el caudal resulta un dato indispensable para dimensionamiento y forma geométrica del canal, el caudal es un dato asociado a la disponibilidad hidráulica, la misma que será proveída mediante un estudio hidráulico, sin dejar de lado las cedulas de cultivo, el tipo de suelo, y el levantamiento topográfico. Ya que este último nos dará como dato la pendiente del terreno, el cual varia a lo largo de las progresivas. (French, 1988)

### Canales de riego por su función

En hidráulica Según la función que realiza el canal adopta diferentes dominaciones como:

**a. Canales de primer orden.** – denominada también canal principal, madre o de derivación, misma que se caracteriza por su pendiente mínima en todo su largo, y lleva un solo recorrido. (RUIZ, 2008)

**b. Canales de segundo orden.** – denominada también canal secundario o canal lateral, son aquellas que salen del canal principal resultando ser ramales o distribuidores, las mismas que pueden llegar hasta el área de riego en beneficio del usuario. (RUIZ, 2008)

**c. Canales de tercer orden.** – denominados también sub – laterales, estas nacen de los canales secundarios o laterales el caudal es repartida desde los canales secundarios. (RUIZ, 2008)

### **Elementos básicos en el diseño de canales**

Los elementos a considerar para el diseño del canal son :

- a. Elementos topográficos
- b. Elementos geotécnicos
- c. Elementos hidrológicos, entre otros.

**Trazo de canales:** para realizar el trazo de un canal es importante contar con las siguientes informaciones.

- Guía, es importante contar con un personal de sugerencia que sea conocedor del área de terreno.
- Tomas imágenes fotográficas del terreno.
- Solicitar informaciones, imágenes satelitales, cartas, plano de localización y accesibilidad.
- Información del área de cultivo, y cedula de cultivo.

- Toda información o dato que pudiera ser de ayuda al momento del diseño. Sin dejar de lado de hacer un levantamiento topográfico cuya finalidad es determinar la pendiente del terreno. ( GARCIA MARTIN, y otros, 1994)

**a. Reconocimiento del terreno.** – empezamos con el recorrido de la zona, fijando un punto de inicio y el punto final. Con el apoyo de la libreta de campo se tomará todos los datos climas y estación. Lo cual servirá para georreferenciarse.

**b. Trazo preliminar.** -consiste en un levantamiento topográfico inicial, esto podría empezarse en el trazo inicial sea marcando cada 20m, para luego proceder con el levantamiento haciendo uso del teodolito. Y con estos datos procedes al trabajo en gabinete, es importante saber que en secciones con altas pendientes o relieves accidentadas los BM se deberá levantar cada 5m y a lo contrario siendo secciones planas se podrá levantar cada 20m

**c. Trazo definitivo.** – consiste es verificar el trazo preliminar, asimismo, esta acción permitirá los cambios en su momento. Y plasmar en el AutoCAD para su posterior ploteo de la información.

### **Radios mínimos en canales**

En el diseño de canales de riego cuando la velocidad disminuye o aumenta se produce un cambio brusco el cual ocasiona una curva denominada radio de curvatura, cuyo radio no debe ser grande, ya que este resulta siendo un mayor gasto al momento de construir, asimismo se recomienda que los radios sean mínimos ya que hidráulicamente será más eficiente tendrá un menor desarrollo y su construcción será de menor costo. (AGUA, 2010)

Las siguientes tablas indican radios mínimos:

Tabla 2: Radio mínimo en función al caudal

Capacidad del canal	Radio mínimo
Hasta 10 m <sup>3</sup> /s	3 * ancho de la base
De 10 a 14 m <sup>3</sup> /s	4 * ancho de la base
De 14 a 17 m <sup>3</sup> /s	5 * ancho de la base
De 17 a 20 m <sup>3</sup> /s	6 * ancho de la base
De 20 m <sup>3</sup> /s a mayor	7 * ancho de la base
Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior	

Fuente: ANA (autoridad nacional del agua)

Tabla 3: Radio mínimo en canales abiertos para Q < 20 m<sup>3</sup>/s

Capacidad del canal	Radio mínimo
20 m <sup>3</sup> /s	100 m
15 m <sup>3</sup> /s	80 m
10 m <sup>3</sup> /s	60 m
5 m <sup>3</sup> /s	20 m
1 m <sup>3</sup> /s	10 m
0.5 m <sup>3</sup> /s	5 m

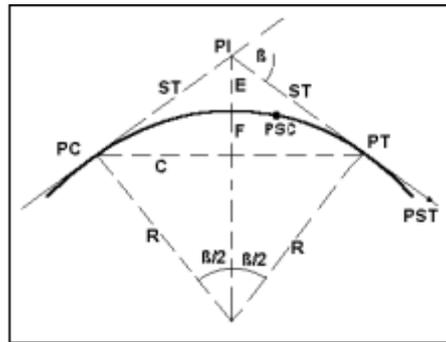
Fuente: ANA (autoridad nacional del agua)

Tabla 4: Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua

Canal de riego		Canal de drenaje	
Tipo	Radio	Tipo	Radio
Sub – canal	4T	Colector principal	5T
Lateral	3T	Colector	5T
Sub – lateral	3T	Sub – colector	5T
Siendo T el ancho superior del espejo de agua			

Fuente: ANA (autoridad nacional del agua)

Tabla 5: Elementos de una curva



A	=	Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m
C	=	Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT.
β	=	Angulo de deflexión, formado en el PI.
E	=	External, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz.
F	=	Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga.
G	=	Grado, es el ángulo central.
LC	=	Longitud de curva que une PC con PT.
PC	=	Principio de una curva.
PI	=	Punto de inflexión.
PT	=	Punto de tangente.
PSC	=	Punto sobre curva.
PST	=	Punto sobre tangente.
R	=	Radio de la curva.
ST	=	Sub tangente, distancia del PC al PI.

Fuente: Hidráulica de canales (Villón bejar,2007)

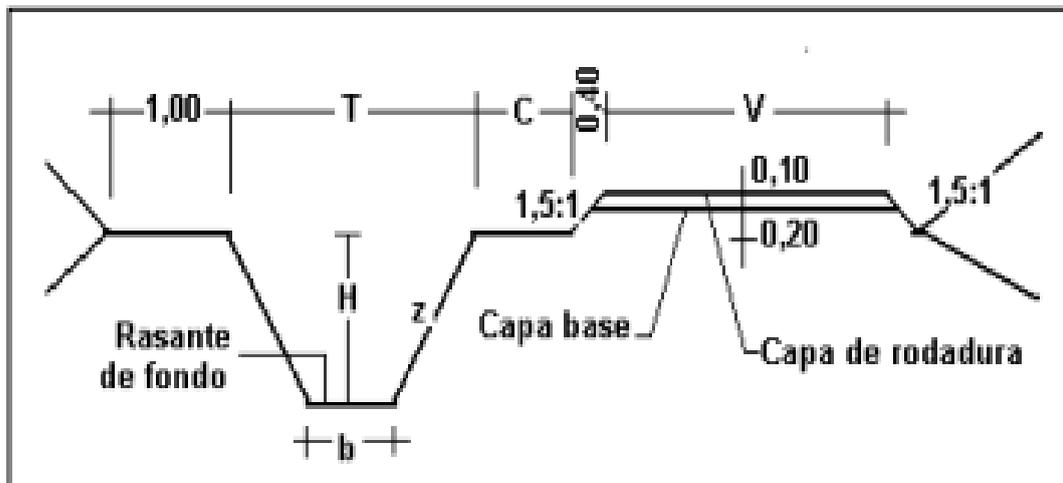
### Rasante de un canal

Para determinar la rasante de un canal se deberá trabajar sobre la base del canal a lo largo del perfil cuyo trazo fue realizado previamente, es decir perfil resultado del levantamiento topográfico, se deberá tomar como dato los puntos de entrada y salida del canal de riego en estudio, asimismo la pendiente en el fondo debe ser igual al pendiente en terreno, asimismo se proyectará caída o salto de agua cuando la pendiente son muy fuertes, es decir cuya saltos y relieves son grandes. para poder determinar en el fondo del canal la rasante, se hará pruebas de distintas cajas hidráulicas, con caudales cuya caída sea específica, para ello se debe estudiar el tipo de revestimiento que estos llevan así como el canal que transportaran como es el caudal con máxima eficiencia y la infiltración, es importante verificar el tipo de

revestimiento del canal, ya que uno concreto a un canal natural tendrá diferentes parámetros de estudio El plano clave debe presentar por lo menos los siguientes datos:

- Ubicación de las obras de arte
- Medida(km)
- La Cota
- BMs
- Perfil estratigráfico del suelo
- elementos geométricos y medidas del canal
- Cota de rasante
- Pendiente  $s_0$
- Indicación de las deflexiones del trazo con los elementos de curva
- Sección o secciones hidráulicas del canal, indicando su kilometraje

Figura 1: Sección típica de un canal



Fuente: Hidráulica de canales (Villón bejar,2007)

Donde:

$T$  = Ancho del canal

$b$  = Plantilla

z = Valor de inclinación

C = Berma del camino.

V = Ancho del camino de vigilancia

H = Altura o profundidad de rasante del canal.

### **Sección Hidráulica Optima**

Aquella estructura hidráulica que transporta un caudal máximo la misma que es denominada como canal hidráulica de eficiencia máxima, se refiere a un perímetro mínimo húmedo, esta condición determina la sección máxima cuya eficiencia hidráulica es

$$\frac{b}{y} = 2 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

- Siendo  $\theta$  el ángulo que forma el talud con la horizontal,  $\arctan(1/z)$
- b plantilla del canal
- y tirante o altura de agua.

### **Determinación de Mínima Infiltración**

Es aquella donde se busca que la pérdida de agua por infiltración sea mínima, para ello será importante el tirante y tipo de suelo y el tratamiento que se le de, este tipo de pérdida de agua se ve más a menudo en canales naturales: la ecuación que determina la mínima infiltración es:

La siguiente tabla presenta estas condiciones, además del promedio el cual se recomienda.

$$\frac{b}{y} = 4 * \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

Tabla 6: Relación plantilla vs tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas.

Talud	Angulo	Máxima Eficiencia	Mínima Infiltración	Promedio
Vertical	90°00'	2.0000	4.0000	3.0000
1/4 : 1	75°58'	1.5616	3.1231	2.3423
1/2 : 1	63°26'	1.2361	2.4721	1.8541
4/7 : 1	60°15'	1.1606	2.3213	1.7410
3/4 : 1	53°08'	1.0000	2.0000	1.5000
1:1	45°00'	0.8284	1.6569	1.2426
1 ¼ : 1	38°40'	0.7016	1.4031	1.0523
1 ½ : 1	33°41'	0.6056	1.2111	0.9083
2 : 1	26°34'	0.4721	0.9443	0.7082
3 : 1	18°26'	0.3246	0.6491	0.4868

Fuente: Hidráulica de canales (Villón bejar,2007)

Tal como se muestra en la tabla, sabemos q aquella sección de forma trapezoidal, trabaja de manera más eficiente cuando junto con la talud horizontal forma un ángulo de 60°, y para un diseño con máxima eficiencia debe cumplir:  $R = y/2$

Donde:

$y$  = Tirante del canal

$R$  = Radio hidráulico

Es importante saber que el relieve del terreno influye y una serie de circunstancias ya que no siempre será posible su diseño solo tomando como data los puntos mencionados anteriormente.

#### **Diseño de secciones hidráulicas:**

Se Debra tener en cuenta los siguientes parámetros o condiciones para el diseño del canal:

- a. tipo de material donde ira expuesto o apoyado el canal
- b. el coeficiente de rugosidad Manning.
- c. velocidad máxima y mínima

d. pendiente s.

e. talud, etc.

La ecuación más utilizada es la de Manning o Strickler, y su expresión es

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

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

n = Rugosidad

A = Área (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico

En la tabla N.º 6, se muestran las secciones más utilizadas.

**Rugosidad:** Esta depende del cauce y el talud, está directamente relacionada con las paredes laterales del canal. Se vera influenciada por la vegetación, relieve, trazo y longitud del canal obstrucciones que se pueda presentar en el canal, así como su radio hidráulico. La rugosidad no se mantendrá constante a lo largo del canal, por lo que a lo largo del trazo del canal la rugosidad ira en cambio, especialmente en cabales naturales así mantenga un trazo uniforme esta ira en cambio constante.

A diferencia de los cabales abiertos en canales cerrados la rugosidad estará de acuerdo al tipo de material, así como canales de concreto, geomembrana o canales entubados con tubería PVC, los cuales se verán influenciados por la presión atmosférica

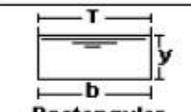
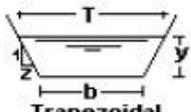
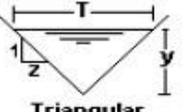
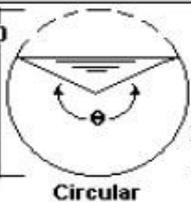
La siguiente tabla nos da valores de “n” estimados:

Tabla 7: Valores de rugosidad “n” de Manning

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

Fuente: Hidráulica de canales (Villón bejar,2007)

Tabla 8: Relación de secciones y formas geométricas más usadas

Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: Hidráulica de canales (Villón bejar,2007).

**Talud apropiado según el tipo de material:** el talud de un terreno está directamente relacionada con la inclinación asu vez esta dependerá del tipo de terreno, ya que la inclinación de la pared dependerá de muchos factores como es: tipo de suelo. Asimismo, se recomienda un talud único de 1,5:1 para canales, a continuación, se presenta un cuadro de taludes apropiados para distintos tipos de material:

Tabla 9: Taludes apropiados para distintos tipos de material

MATERIAL	TALUD (h : v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firma o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Fuente: ANA(autoridad nacional del agua)

Tabla 10: Pendientes laterales en canales según tipo de suelo

MATERIAL	CANALES POCO PROFUNDOS	CANALES PROFUNDOS
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 : 1
Arcillas compactas o conglomerados	0.5 : 1	1 : 1
Limos arcillosos	1 : 1	1.5 : 1
Limos arenosos	1.5 : 1	2 : 1
Arenas sueltas	2 : 1	3 : 1
Concreto	1 : 1	1.5 : 1

Fuente: ANA(autoridad nacional del agua)

**Velocidades máxima y mínima permisible.** – la velocidad mínima en canales de riego es aquella donde no permite sedimentos ni crecimiento de vegetales, por esta misma razón es que se considera como velocidad mínima al valor de 0.8 m/seg. El cual no permitirá sedimentos a lo largo del canal como también impedirá el crecimiento de vegetales. Mientras que la velocidad máxima se dejara el juicio y a experiencia del ingeniero proyectista.

las siguientes tablas nos muestra valores sugeridos.

Tabla 11: Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación

MATERIAL DE LA CAJA DEL CANAL	"n" Manning	Velocidad (m/s)		
		Agua limpia	Agua con partículas coloidales	Agua transportando arena, grava o fragmentos
Arena fina coloidal	0.020	1.45	0.75	0.45
Franco arenoso no coloidal	0.020	0.53	0.75	0.60
Franco limoso no coloidal	0.020	0.60	0.90	0.60
Limos aluviales no coloidales	0.020	0.60	1.05	0.60
Franco consistente normal	0.020	0.75	1.05	0.68
Ceniza volcánica	0.020	0.75	1.05	0.60
Arcilla consistente muy coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Limo aluvial coloidal	0.025	1.13	1.50	0.90
Pizarra y capas duras	0.025	1.80	1.80	1.50
Grava fina	0.020	0.75	1.50	1.13
Suelo franco clasificado no coloidal	0.030	1.13	1.50	0.90
Suelo franco clasificado coloidal	0.030	1.20	1.65	1.50
Grava gruesa no coloidal	0.025	1.20	1.80	1.95
Gravas y guijarros	0.035	1.80	1.80	1.50

Fuente: ANA (autoridad nacional del agua).

**Para velocidades máximas** un ejemplo de velocidades máximas son los canales profundos ya que estos transportan agua a grandes velocidades sin producir erosión a diferencia de canales superficiales, muestras canales antiguos soportan grandes velocidades sin producir erosión.

Tabla 12: Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia.

RESISTENCIA, (kg/cm <sup>2</sup> )	PROFUNDIDAD DEL TIRANTE (m)				
	0.5	1	3	5	10
50	9.6	10.6	12.3	13.0	14.1
75	11.2	12.4	14.3	15.2	16.4
100	12.7	13.8	16.0	17.0	18.3
150	14.0	15.6	18.0	19.1	20.6
200	15.6	17.3	20.0	21.2	22.9

Fuente: Krochin Sviatoslav." Diseño Hidráulico".

La Tabla N° 12, es antes cuadro de valores de velocidades que son admisibles, sin embargo, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION, nos dice que para canales revestidos su velocidad no debe ser mayor a 2.5 – 3.0 m/seg. Esto para evitar que

el revestimiento del canal se desgaste o se produzca en desprendimiento por la fuerza del agua.

Cuando se va a proyectar canales secundarios o obras de disipación u aliviaderos, se debe tener en cuenta principalmente las velocidades de diseño ya que se busca controlar, se busca no generar turbulencias y no permita lograr el objetivo del proyecto generando de esta manera perturbaciones.

**Borde libre.** – el borde libre de un canal está en constante cambio, este varia de acuerdo al caudal que este transporta y con el paso de las horas, cuyas causas no puede ser predispuesta por el hombre. es por ello que se considera como borde libre al espacio entre la cota de la corona y la superficie del agua, no existe una formula universal que pueda determinar su cálculo es por esta razón que La U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda estimar el borde libre con la siguiente fórmula: Donde:

$$\text{Borde Libre} = \sqrt{CY}$$

Borde libre: en pies

C = 1.5 para caudales menores a 20 pies<sup>3</sup> / seg., y hasta 2.5 para caudales del orden de los 3000 pies<sup>3</sup>/seg.

Y = Tirante del canal en pies

Tabla 13: Borde libre en función del caudal

Caudal m <sup>3</sup> /seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0
> 1.00	30.0	60.0

Fuente: Máximo Villón Béjar.

Tabla 14: Borde libre en función de la plantilla del canal

Ancho de la plantilla (m)	Borde libre (m)
Hasta 0.8	0.4
0.8 – 1.5	0.5
1.5 – 3.0	0.6
3.0 – 20.0	1.0

Fuente: Villón Béjar, Máximo;” hidráulica de canales”.

### **Criterios de espesor de revestimiento.**

El espesor para el revestimiento del canal está en función a la experiencia del ingeniero proyectista el cual se sugiere valores para canales medianos y pequeños desde 5 a 7.7cm mientras para canales grandes o medianos cuyo diseño son sin refuerzo se sugiere valores de 10 a 15cm.

Para un canal con revestimiento de geomembranas, se sugiere tener en cuenta los siguientes puntos:

- Para canales pequeños se debe usar geomembrana de PVC
- Para canales grandes geomembrana de polietileno - HDP.
- Deberá variar entre 1 a 1.5 mm Los espesores de la geomembrana.
- Si el canal se ubica en zonas en donde puede ser vigilado permanentemente, por lo tanto, no puede ser afectada la membrana.
- cuidado en la actividad de operación y mantenimiento
- conocimiento técnica y cuidados de instalación de la geomembrana.
- Los beneficiarios deberán estar capacitado para el manejo de dicho tipo de revestimiento.
- Al momento de diseñar el revestimiento del concreto se puede incorporar geomembranas, Donde esta actúa como un elemento que no deja pasar el agua en otras palabras es un impermeable, donde la filtración es mínima o nada dependerá mucho su proceso de ejecución, este se considerará especialmente para bajas temperaturas, ya que al concreto tiende a deteriorarse con más facilidad a temperaturas bajas.

## **Variable dependiente:**

### **para mejorar la eficiencia del canal de riego**

un canal revestido es consecuencia de la necesidad de los beneficiarios en buscar la eficiencia y el buen aprovechamiento del recurso como es el agua, así como la búsqueda de un beneficio económica.

La pérdida de agua en canales no revestido y a su vez pequeños son cada vez mayores ya que se ven influenciados por el criterio de a demanda de agua la oferta es insuficiente, la pérdida de agua es por infiltración también afecta así como el crecimiento de vegetales y malezas que se puedan encontrar a lo largo del recorrido de estos canales naturales.

En canales naturales es importante analizar la infiltración ya que se pueden ver afectado, se deberá analizar el drenaje natural zonas adyacentes estimar económicamente, los daños posibles ocasionados.

Reducción de la sección, debido a una menor pérdida de energía por rozamiento y mayor la velocidad permisible. Esto permite, también, disminuir la plataforma de tierra ocupada y disminuye las servidumbres de paso. Al aumentarse la velocidad los sedimentos se suspenden y son transportados por el agua y así se reduce el costo de mantenimiento

Menores costos de mantenimiento y operación, principalmente los costos debidos a la limpieza de malezas son muy altos en canales de tierra, y la limpieza de sedimentos se reduce grandemente.

Seguridad estructural, lo que permite mayor estabilidad de los lados del canal, el cual es un problema frecuente en suelos arenosos o limosos.

Además, evita que el agua lave sales y las conduzca hacia los campos de riego.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### Tipo de Investigación

El tipo de esta investigación fue descriptivo no experimental.

Descriptiva por que indaga detallar cualidades y propiedades valiosas de distintas manifestaciones que se estudie. Especifica comportamiento de un clan o aldea. (IDALGO, 2016)

La investigación no experimental se refiere a que solo podemos utilizar la observación del fenómeno tal cual se presenta en su originalidad y no manipular nuestras variables a nuestro antojo. (IDALGO, 2016)

##### Diseño de Investigación

Cuasi experimental: El grafico a utilizar en la actual investigación es:



X: Canal de riego, Porta Cruz-Ayacucho,2021.

Y: Diseño Hidráulico de obras de captación y conducción

O: Resultados

##### Nivel de investigación:

Explicativo: este tipo de investigación no describe, sino que trata de explicar el objeto estudiado. Y aquella que tiene relación causal. (2014)

##### Enfoque de investigación:

Cuantitativo: usa recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer diferentes patrones de comportamiento. (2014)

### 3.2. Variables, Operacionalización:

**Variable Independiente:** Diseño hidráulico de obras de captación y Conducción.

**Definición conceptual:** El diseño hidráulico consiste en determinar la forma geométrica y dimensionamiento del canal en función al caudal que transporta de acuerdo a la demanda de agua requerida por parte de los beneficiarios para su riego. (Villanueva, 2016).

**Definición operacional:** Mediante el análisis del diagnóstico situacional, estudios básicos y estudio hidrológicos se estimará el caudal requerido y con este elaborar el diseño hidráulico permitiendo de esta manera un diseño estructural de las obras de arte.

**Indicadores:** Contexto social, Topografía y mecánica de suelos, Datos Meteorológicos, Cedula de cultivo, sección, pendiente, rugosidad, Obras de arte en canal de riego.

**Escala de medición:** Nominal Y Razón.

**Variable Dependiente:** Mejorar la Eficiencia del canal de riego

**Definición conceptual:** La eficiencia permite evaluar la perdida de agua en el canal principal desde la Bocatoma hasta el punto final del canal de primer orden o principal (Villanueva, 2016).

**Definición operacional:** La eficiencia del canal está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra al canal y la cantidad de agua que sale del canal.

**Indicadores:** método del flotador, método volumétrico, vertederos hidráulicos.

**Escala de medición:** Razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo:

#### Población

Behar (2008) define que: “Las poblaciones responden a conjuntos definidos de objetos definidos con algunas características observadas comunes” . En vista de lo

anterior, la población del estudio de investigación es Canal de Riego, Porta Cruz-Ayacucho.

#### **Criterios de inclusión:**

Son características que debe poseer para participar en el ensayo. (CRUZ, 2011)  
Está incluido en mi estudio el canal principal de riego no revestido. Infraestructura en buenas condiciones para proveer agua para la agricultura. Conducción y distribución de agua. Todo proyecto que incluya mantenimientos. Aumento de la productividad

#### **Criterios de exclusión:**

Son características que posee el área de estudio, pero q no se toma en cuenta al momento de su estudio. (CRUZ, 2011).

No se incluye canales secundarios.

No se incluye la falta de mantenimiento de los canales de riego secundarios.

#### **Muestra**

(LOPEZ, 2004). Es el área donde se va trabajar, elementos que formaran parte del área de estudio. En los efectos, el tramo en estudio es de 2.5 km.

#### **Muestreo**

Gómez (2015), afirma que “El muestreo, es una herramienta que se utiliza para investigar, el cual servirá para buscar la información que se necesita acerca de la población en estudio” (p.34). Para el desarrollo del presente estudio se ha considerado un tipo de muestreo no probabilístico ya que se refiere a la técnica de selección, en este sentido no depende de fórmulas estadísticas, sino de los principios de selección del tesista, que se basa en su toma de decisión.

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

#### **Técnica**

(Anselm , y otros, 1998) nos dice que es la realización de medición a las variables mediante procedimientos estadísticos, describir la magnitud y relación entre ellas. Y con frecuencia resultan datos numéricos.

Por tanto, en la presente investigación se aplicará la técnica de recolección de datos empleando: LA OBSERVACION, realizar la visita al campo de estudio. Para su debida recopilación de dato necesarias para la elaboración de este proyecto de investigación. ANALISIS DE CONTENIDO: análisis y debida interpretación de la información obtenida.

### **Instrumento de recolección de dato.**

Bonilla Castro y otros (1997) nos dice que resulta indispensable “la recolección de datos y que la metodología ha diseñado una serie de pasos para lograr este objetivo” esta serie de pasos está relacionada con la observación directa, la recopilación de información, cuyos datos permitirán abordar el tema en estudio.

los instrumentos a utilizar para el siguiente proyecto de investigación tenemos:

- Ensayo de laboratorio, diseño de mecánica de suelos
- Programas de cómputo
- Topografía

### **Validez**

“La validez, en términos generales, hace un estudio de la variable donde se determinará su grado de validez”. Hernández y otros (2014)

Confidencialidad, antiplagio (turnitin).

## **3.5. Procedimiento de datos**

### **Estudios topográficos**

El levantamiento topográfico permitió conocer la zona, así como su relieve y características del terreno a simple vista. Asimismo, tomamos apunte del punto de

inicio y el punto final de estudio. Cuya pendiente varia a lo largo del recorrido del canal. Y ver los cultivos al cual está dirigido este canal en proyecto.

### **Trabajo de campo**

El reconocimiento donde se planteará el bocatoma y canal cuyo recorrido es de 2.5 km.

Para el levantamiento topográfico se contó con un guía conocedor del área en estudio y colocación de los puntos BM.

Como herramienta de estudio que permita la recopilación de dato se hará uso de una estación total y equipos de radio comunicación.

Se realizó la toma de puntos en zonas más visibles cada 20m y para zonas con altos relieves cada 5m.

### **Trabajo de gabinete**

Con los datos de campo se procedió al trabajo en gabinete como es descargar la información de almacenada en la memoria del equipo de estación total, para luego procesar la información haciendo uso del AutoCAD civil 3d 2020, Excel, Word, con esta información procedemos al diseño reflejado en planos de diferentes escalas, planos en planta, elevación, con sus respectivas secciones.

### **Estudio de mecánica de suelos**

Del estudio de mecánica de suelos se realizó 9 calicatas las cuales 3 para bocatoma y el restante para el canal del riego. Los cuales se realizaron calicatas de 3m de profundidad. Almargen de los canales naturales.

Equipos utilizados

- a. 01 wincha 8m de mano
- b. Pala
- c. Cuaderno de apuntes
- d. Cámara

e. Aplicativo de gps

### **Trabajo de laboratorio**

Con las muestras extraídas para el estudio de suelo, se han realizado con la finalidad de mandar a laboratorio de suelos para su determinado estudio. Con el fin de determinar el tipo de suelo, de acuerdo a las normas estándares como es:

- a. Porcentaje de humedad (NTP 339.127) (ASTM D2216)
- b. Análisis Granulométrico (NTP 339.128) (ASTM D422)
- c. Límite líquido y límite plástico (NTP 339.129) (ASTM D4318)
- d. Clasificación unificada de suelos (SUCS) (NTP 339.134) (ASTM D2487)

### **Perfil estratigráfico**

El perfil estratigráfico se determinará a partir del estudio del suelo, realizado en el laboratorio de suelo, cuyas muestras serán extraídas de las calicatas del área del terreno en estudio. Se determinará para cada una de las calicatas realizadas para luego formar la columna estratigráfica.

### **3.6. Método de análisis de datos**

#### **PRIMRA FASE:**

- a. reconocimiento de la zona de del proyecto y la coordinación con las autoridades correspondientes.
- b. recabacion y adjudicación de información, antecedentes de estudios similares
- c. el proyecto debe de estar dentro de la normativa nacional, manuales de diseño vigentes: para clasificar de acuerdo a la importancia, con la finalidad de tomar la mejor decisión en el diseño de la estructura.
- d. Realizar el estudio hidrológico.

## **SEGUNDA FASE:**

- a. Iniciar el levantamiento topográfico en el área de ubicación de bocatoma y canal.
- b. selección de ubicación de la bocatoma y canal.
- c. Dibujo de los planos topográficos correspondientes a las áreas que se han levantado para el proyecto.
- d. Toma de muestras, realización de ensayos de mecánica de suelos

## **TERCERA FASE:**

- a. Diseño de la bocatoma (hidráulico y estructural).
- b. Diseño del revestimiento del canal.
- c. Realización de la memoria de cálculo.
- d. realización de las especificaciones técnicas.

## **CUARTA FASE:**

- a. Elaboración de las plantillas de metrado de las respectivas partidas del proyecto.
- b. dibujo de planos de detalles del diseño.
- c. realización de costos y presupuestos.
- d. Conclusiones y recomendaciones

### **3.7. Aspectos éticos**

Autofinanciamiento.

#### **IV. RESULTADOS**

A.- MEMORIA DESCRIPTIVA:

**PROYECTO DE INVESTIGACION:** “DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ- AYACUCHO, 2021”

**UBICACIÓN:**

**DEPARTAMENTO:** AYACUCHO.

**PROVINCIA:** HUANCA SANCOS

**DISTRITO:** CARAPO

**CENTRO POBLADO:** PORTA CRUZ

B.- primer objetivo específico: **REALIZAR DIAGNOSTICO SITUACIONAL Y ESTUDIOS BÁSICOS EN EL CANAL DE RIEGO.**

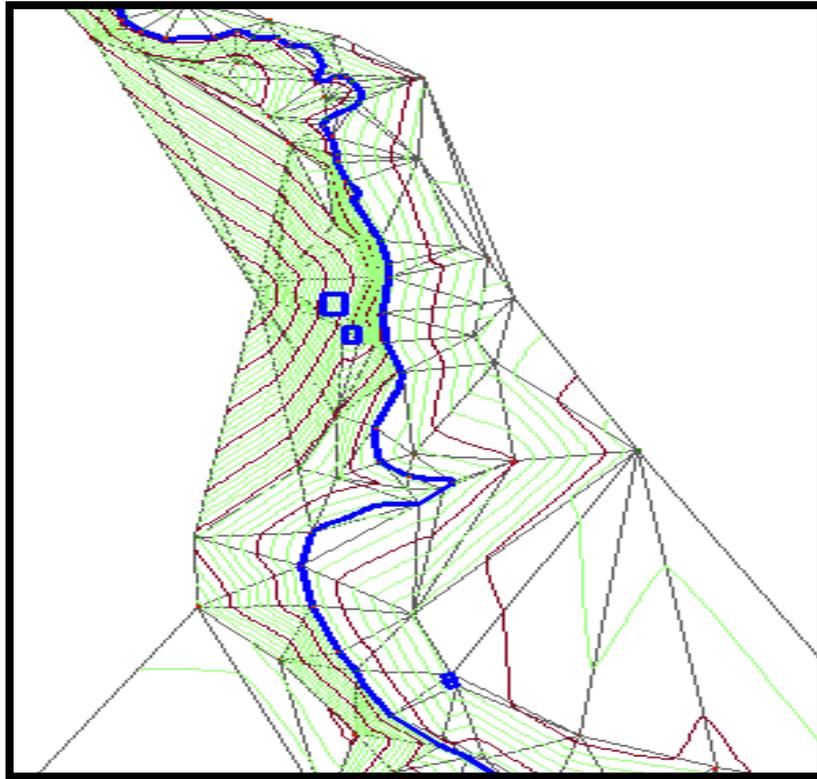
#### **ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

En el Centro Poblado de Porta Cruz la población cuenta con grandes extensiones de terreno óptimas para su explotación, siendo la necesidad una buena infraestructura, para ello se realizará un levantamiento topográfico con la finalidad de elaborar planos topográficos que contaran con obras de captación conducción y obras de arte. Asimismo, este estudio topográfico nos permitirá obtener las características y relieves del terreno en estudio.

#### **Área de estudio**

El área de estudio constituye una longitud de 2.5km tal como se muestra en la siguiente figura .

Figura 2: Área de estudio



Fuente: elaboración propia

### **Descripción del proyecto**

En el siguiente proyecto se contemplará la elaboración del diseño de canal de riego, obras de captación (bocatoma) y obras de arte. La longitud de este canal de riego es de 2.5 km cuya área de beneficiarios será de 57.5 ha.

### **Objetivo principal**

El objetivo de un levantamiento topográfico es determinar las curvas de nivel para dibujar el mapa topográfico, lo cual permitirá tener un plano en planta y en elevación.

### **Objetivo secundario**

Como objetivo secundario tenemos:

- a. A lo largo del área de estudio, establecer puntos tanto horizontales como verticales relacionados entre sí con altas precisiones

- b. Recopilar toda información necesaria
- c. La lectura de los puntos debe ser con mayor precisión

Ubicación y descripción del área de estudio

Latitud este : 577390.19E

Longitud norte : 8555924.601N

Altitud : 2,400 m.s.n.m

Figura 3: distribución de la provincia huanca Sancos- Carapo-Porta Cruz.



Fuente: página oficial Huanca Sancos

### Trabajo en campo:

El trabajo en campo consistió en el control topográfico. Cuya toma de dato se realizó utilizando equipos de ingeniería y materiales de escritorio como:

- 01 nivel de ingeniería TOPCON.
- 02 prismas.
- 02 equipos de radio comunicación.

- 01 mira
- 01 wincha de 50m.
- 01 laptop.
- 01 computadora

### **Metodología**

a. El levantamiento topográfico se realizó con estación total, se utilizó el método de la radiación. Para ello se tomó don puntos con GPS GARMIN. Punto que permitirá georreferenciarse.

b. Recopilación de información: cuyos proyectos fueron realizados dentro de la zona de estudio, cuya información fue facilitada por parte de la municipalidad de Carapo.

c. Se inicio con el levantamiento topográfico en compañía de un ayudante que conozca la zona, el cual permitió reconocer la zona y ubicación de la estación donde esta sea estratégica y permite el levantamiento topográfico rápido y eficiente.

d. Es importante contar con todos los equipos y herramientas de campo necesaria para levantar la información más verídica y real posible.

e. Al tener un terreno con relieves y ondulados se realizó varios cambios de estación, y el promedio de distancia fue de 10m.

Figura 4: Levantamiento topográfico y reconocimiento del área del proyecto.



Fuente: elaboración propia.

**trabajo en gabinete consistió en:**

- Exportar los datos de la estación total al software.
- Utilizar el software “autocar civil 3d 2020” para procesar los datos
- Elaboración de planos en planta en sección y perfil según diseño.
- Para la exportación de los datos se debe pasar teniendo en cuenta las coordenadas xyz.

El levantamiento topográfico realizo con coordenadas UTM, donde la primera estación E-01, el BM-01 están ubicadas a 80m de la zona de captación, estos puntos se establecieron con la finalidad de ubicar el norte magnético, para iniciar con el levantamiento topográfico.

Tabla 15: Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.

PUNTO N°	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	8555538	576681	2457	E-01

Fuente: elaboración propia

### **Planos:**

Una vez que se realizó el levantamiento topográfico y procesamiento de datos y la georreferenciación de los mismos se paso a generar las curvas de nivel haciendo uso del AutoCAD civil 3d 2020 con la finalidad de generar los dibujos técnicos de los planos.

### **Perfil:**

El perfil longitudinal consiste en dibujar el trazo del terreno para luego generar la sub rasante.

Para el ploteo en plano del perfil longitudinal se tendrá en cuenta la escala teniendo como consideración: para la orientación horizontal y vertical 1:2000 y 1:200 respectivamente.

Durante el dibujo en planta se obtuvo pendiente que varia en su recorrido, cuyo pendiente promedio para el terreno es de 8.15%.

### **Trazo:**

Para realizar el trazo de la subrasante se tuvo que exportar la información del levantamiento topográfico, cuyo trazo se realizo teniendo en cuenta el perfil longitudinal. Esto con la finalidad de evitar mayor movimiento de tierra y variación excesivo de pendiente.

### **Sección:**

es la representación gráfica donde podemos ver cortes y rellenos del canal esto según el talud a vista.

En conclusión, Se realizó el levantamiento topográfico en el Centro Poblado de Portacruz con la finalidad de plantear el sistema de riego, por lo que se empezó realizando el levantamiento topográfico en el punto de captación y a lo largo del sistema de conducción dentro del área de riego cuya longitud es de 2.5km.

En el AutoCAD civil 3d se realizó el procesamiento de los datos de campo el cual nos permitirá obtener datos tales como: curvas de nivel, perfiles longitudinales, pendiente.

El replanteo se iniciará en el primer punto BM-01.

## **RESULTADOS DE ESTUDIOS DE SUELOS**

**Generalidades:** El estudio de mecánica de suelos tiene como finalidad determinar el perfil estratigráfico del suelo, dar a conocer las características del suelo dentro del área del proyecto. Cuyo Objetivo es determinar características físico-mecánico del suelo, mediante la visita al área de proyecto y reconocimiento del área de estudio, excavación de calicata, y ensayo de laboratorio.

La geotecnia es una ciencia que estudia el suelo, se enfoca en el estudio de las propiedades del suelo, cuyo estudio es de apoyo para la ingeniería dentro del área de construcción ya que puede prevenir colapso, deslizamiento de la tierra. Y evitar accidentes posteriores.

### **Trabajos de campo:**

El trabajo realizado en campo consistió en la extracción de muestra para el estudio de suelo, para ello se realizó 09 calicatas de 1.00mx1.00mx1.50m de profundidad. Estas excavaciones se realizaron de manera manual

Estas muestras extraídas fueron llevadas al laboratorio en bolsas herméticas con la finalidad de que estas no pierdan humedad.

## **Trabajo en laboratorio**

el trabajo de laboratorio consistió en el análisis granulométrico, determinar contenido de humedad, límite de atterberg, y la determinación de la capacidad portante del suelo.

**a.- análisis granulométrico:** nos determinara el tipo de suelo ya sea:

Suelo bien graduado: cuando existe una graduación de tamaño continua.

Suelo mal graduado: cuando la graduación es uniforme.

Suelo con graduación discontinua: cuando las partículas tienen una graduación discontinua de tamaños.

**b.- contenido de humedad:** se determina mediante la relación entre peso del agua existente y el peso de su fase solida de una determinada muestra.

**c.- Limite de atterberg:** está determinada por el límite líquido y limite plástico.

Con la finalidad de dimensionar una cimentación adecuada dentro del estudio de suelos se ha determinado la capacidad portante del terreno.

### **CALICATA 01**

**Ubicación progresiva:** + 000.00

**PROFUNDIDAD:** 1.20m

**CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SC=arene arcillosa con grava

**AASTHO:**

A-6(1); IG=1

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 18.14%**

**LÍMITE LIQUIDO (LL) = 34**

**LÍMITE PLASTICO (LP) = 19**

**ÍNDICE PLASTICO (IP) =15**

**CALICATA 02**

**Ubicación progresiva: +250.00**

**PROFUNDIDAD: 1.50m**

**CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SC= arena arcillosa

**AASTHO:**

A-6(2); IG=2

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 17.50%**

**LÍMITE LIQUIDO (LL) = 39**

**LÍMITE PLASTICO (LP) = 23**

**ÍNDICE PLASTICO (IP) =16**

**CALICATA 03**

**Ubicación progresiva: +500.00**

**PROFUNDIDAD: 1.00m**

**CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SM=Arena limosa con grava

**AASTHO:**

A-2-7 (0); IG=0

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 37.89%**

**LÍMITE LIQUIDO (LL) = 51**

**LÍMITE PLÁSTICO (LP) = 36**

**ÍNDICE PLÁSTICO (IP) =15**

**CALICATA 04**

**Ubicación progresiva: +750.00**

**PROFUNDIDAD: 1.20m**

**CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SC=Arena arcillosa con grava

**AASTHO:**

A-2-6 (1); IG=1

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 13.81%**

**LÍMITE LÍQUIDO (LL) = 36**

**LÍMITE PLÁSTICO (LP) = 19**

**ÍNDICE PLÁSTICO (IP) =17**

**CALICATA 05**

**Ubicación progresiva: +1000.00**

**PROFUNDIDAD:** 1.20m

**CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SC=Arena arcillosa con grava

**AASTHO:**

A-2-6 (1); IG=1

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 13.81%**

**LIMITE LIQUIDO (LL) = 36**

**LIMITE PLASTICO (LP) = 19**

**INDICE PLASTICO (IP) =17**

**CALICATA 06**

**Ubicación progresiva:** +1750.00

**PROFUNDIDAD:** 1.00m

**CLASIFICACION DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SM=Arena limosa con grava

**AASTHO:**

A-2-7 (0); IG=0

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 37.89%**

**LIMITE LIQUIDO (LL) = 51**

**LIMITE PLASTICO (LP) = 36**

**INDICE PLASTICO (IP) =15**

**CALICATA 07**

**Ubicación progresiva: +2000.00**

**PROFUNDIDAD: 1.50**

**CLASIFICACION DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SC= arena arcillosa

**AASTHO:**

A-6(2); IG=2

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 17.50%**

**LIMITE LIQUIDO (LL) = 39**

**LIMITE PLASTICO (LP) = 23**

**INDICE PLASTICO (IP) =16**

**CALICATA 08**

**Ubicación progresiva: + 2500.00**

**PROFUNDIDAD: 1.20m**

**CLASIFICACION DE LA MUESTRA:**

**SUCS:**

SC=arene arcillosa con grava

**AASTHO:**

A-6(1); IG=1

**CONTENIDO DE HUMEDAD (%W) = 18.14%**

**LIMITE LIQUIDO (LL) = 34**

**LIMITE PLASTICO (LP) = 19**

**INDICE PLASTICO (IP) =15**

C.- segundo objetivo específico: **REALIZAR ESTUDIOS HIDROLÓGICOS**

**Generalidad:**

El estudio hidrológico se realiza con la finalidad de determinar el caudal máximo de avenida. Este dato nos permitirá diseñar una estructura capaz de soportar los esfuerzos del agua en la pared del canal por donde serán conducidas. El tiempo de retorno se determina de acuerdo al tipo de estructura, para canales de riego es de 25 años. Ya que la vida útil de una canal de riego es de 20 años.

**Descripción de la subcuenca:**

Ubicación política:

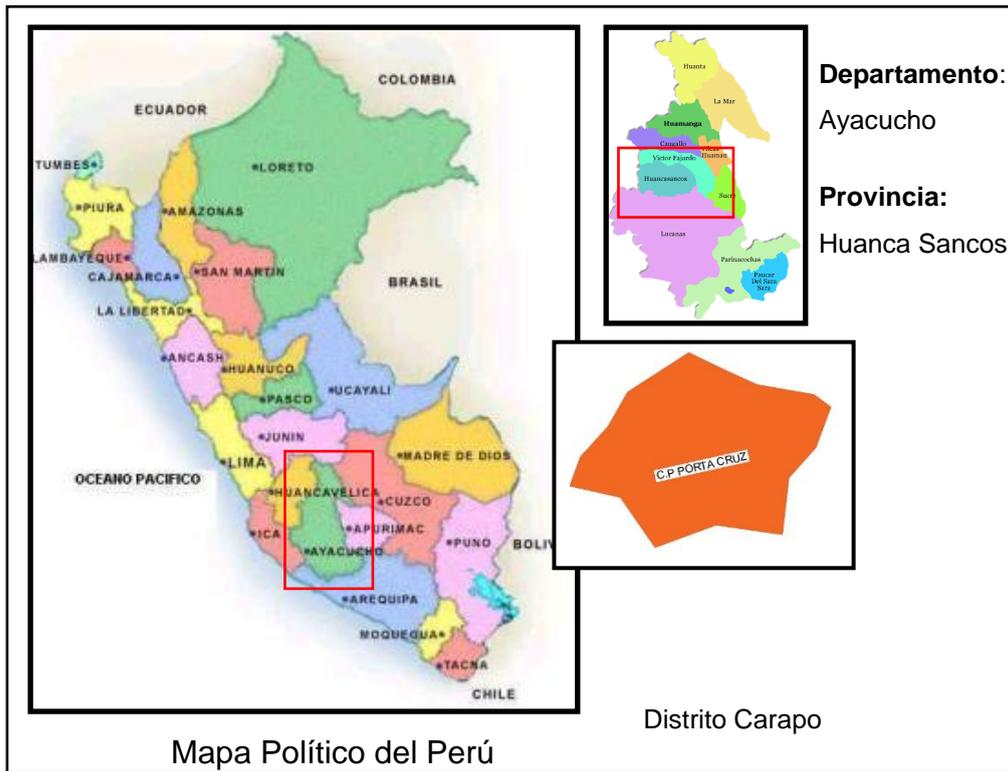
Departamento : Ayacucho

Provincia : Huanca Sancos

Distrito : Carapo

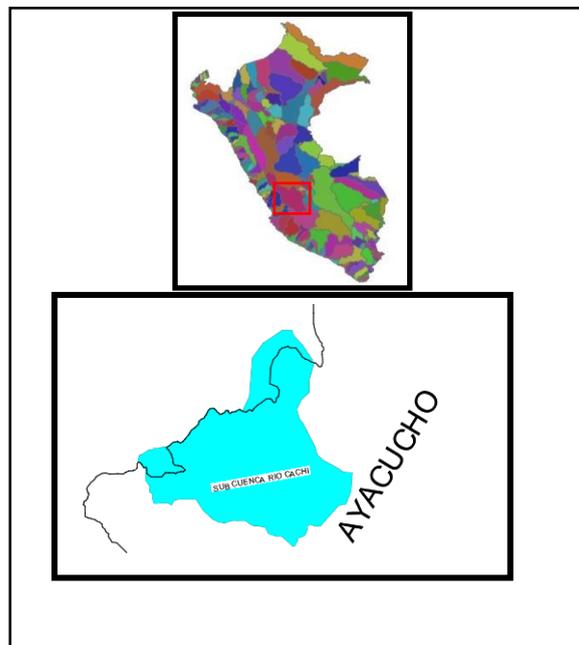
Localidad : C.P Porta Cruz

Figura 5: Ubicación política del proyecto de investigación



Fuente: elaboración propia

Figura 6: Ubicación de la sub cuenca



Fuente: elaboración propia

## Calidad del Agua

Según la RESOLUCION JEFATURAL N° 202-2010-ANA, emitida el 22 de marzo del 2010 por la Autoridad Nacional del Agua, el cuerpo de agua superficial se encuentra clasificado de la manera siguiente:

Tabla 16: Clasificación del cuerpo de agua superficial

Id Cuerpo de Agua	Cuerpo de Agua	Categoría	Clase	Código de Cuenca	Cuenca a la que pertenece el recurso
49968-2*	Rio Cachi	Categoría 3	Clase 3	49968	Conas

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA)

## DISPONIBILIDAD HIDRICA (OFERTA HIDRAULICA)

Dentro del área de estudio se desconoce el caudal que puede llegar a descargar la unidad hidráulica ya que esta es alimentada por otras subcuencas.

Tabla 17: Características del área de influencia

fuentes	area(km2)	perimetro (km)	alt (msnm)
Area de estudio	1797.9	210.11	3750

Fuente: elaboración propia

## INFORMACIONES METEOROLÓGICAS Y CLIMATOLÓGICAS

El clima dentro del área del proyecto de investigación es templado seco, cuya altura promedio es de 2350msnm. Temperatura media mensual cuyo promedio es de 18°C Y 12°C durante el día y la noche respectivamente.

Presenta una precipitación promedio de 558.7mm al año. Presenta una estación lluviosa en mes de noviembre a marzo y una estación seca del mes de abril a octubre, cuya fuente es la estación meteorológica de Ayacucho, Asimismo presenta una humedad relativa de 63.9%.

Tabla 18: Registro de precipitación mensual(mm)

PROYECTO DE INVESTIGACION: "DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ- AYACUCHO, 2021"

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Estacion: Huamanag Distrito: Sancos C.P: Porta Cruz Altitud: 2772msnm  
 Provincia: Huancasancos Latitud: 13°08'51"S  
 Departamento: Ayacucho Longitud: 74°13'06"W

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1987	129.20	37.10	28.80	20.70	12.30	7.60	10.70	3.30	12.00	37.30	62.00	44.70
1988	84.00	79.40	93.00	61.10	8.70	2.50	7.50	-	18.60	16.80	26.50	89.10
1989	107.30	65.40	116.50	4.90	16.00	1.60	-	3.20	33.00	27.80	29.09	51.20
1990	76.60	98.70	94.50	11.40	5.60	6.60	-	8.00	11.10	7.00	142.00	143.10
1991	60.20	57.90	107.00	98.70	17.50	26.00	10.50	16.50	15.00	40.00	53.60	15.50
1992	104.90	64.20	53.50	17.00	9.20	10.00	6.00	26.00	13.00	24.00	28.50	25.50
1993	125.00	100.00	94.00	34.50	8.00	7.00	15.00	16.50	26.00	22.00	75.00	116.00
1994	115.50	140.00	102.00	30.00	6.50	3.00	-	6.50	9.80	19.40	49.30	88.00
1995	157.40	128.90	123.30	12.50	16.50	0.50	2.00	5.60	9.70	34.30	78.70	48.50
1996	75.20	126.80	99.00	43.80	-	-	-	16.70	25.30	20.80	22.30	61.90
1997	136.80	122.60	78.10	25.40	2.90	-	2.00	20.20	38.70	25.40	75.30	98.90
1998	117.40	109.50	95.90	7.20	0.40	6.20	-	3.90	19.60	46.20	32.40	42.60
1999	107.30	144.70	91.50	29.00	2.60	0.60	4.80	-	57.70	13.20	91.60	59.30
2000	130.20	176.00	91.50	6.00	14.60	10.80	55.80	12.70	4.40	66.00	26.90	79.20
2001	161.90	101.90	86.50	23.00	23.20	4.40	24.30	12.60	7.70	31.90	62.60	80.90
2002	105.70	141.80	91.00	21.00	15.10	5.70	25.80	19.30	42.80	22.50	58.60	102.40
2003	76.60	154.90	121.50	77.50	20.60	-	-	30.60	27.20	11.60	28.00	83.80
2004	69.60	149.10	83.00	29.80	11.30	10.70	26.30	7.50	16.10	26.60	39.70	162.20
2005	46.70	69.80	78.40	11.70	0.20	-	2.60	-	5.40	47.20	29.70	87.40
2006	107.40	102.30	151.50	21.30	1.20	13.20	0.20	23.00	18.10	47.10	72.10	107.70
2007	71.20	69.60	151.50	38.40	2.50	-	6.40	1.00	13.60	39.50	86.30	104.70
Prom	103.15	106.70	96.76	29.76	9.28	5.54	9.52	11.10	20.23	29.84	55.72	80.60
Max	161.90	176.00	151.50	98.70	23.20	26.00	55.80	30.60	57.70	66.00	142.00	162.20
Min	46.70	37.10	28.80	4.90	-	-	-	-	4.40	7.00	22.30	15.50

Fuente: Estación meteorológica Ayacucho

Tabla 19: Registro de temperatura media mensual (C°)

PROYECTO DE INVESTIGACION: "DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA REGISTRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (C°)

Estacion: Huamanag Distrito: Sancos C.P: Porta Cruz Altitud: 2772msnm  
 Provincia: Huancasancos Latitud: 13°08'51"S  
 Departamento: Ayacucho Longitud: 74°13'06"W

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	69.6
1993	75.4	79.3	77.4	70.3	65.4	52.9	50.9	59.5	64.9	65.8	68.6	72.1
1994	72.4	74.4	71.9	70.4	52.1	47.9	52.2	48.4	51.6	50.5	57.6	64.5
1995	66.9	71.8	71.2	65.8	50.2	41.5	36.9	51.9	47.4	47.6	50.3	62.7
1996	69.9	71.5	58.7	S/D	S/D	S/D	S/D	42.6	50.0	47.8	54.0	54.1
1997	68.5	74.1	66.5	67.6	63.6	53.2	50.6	60.3	57.9	56.8	65.6	67.0
1998	75.8	74.6	76.6	66.0	52.6	59.8	53.9	58.1	54.7	S/D	S/D	S/D
<b>PROM.</b>	73.5	76.5	73.4	71.8	61.4	56.8	54.4	57.6	57.7	57.4	61.2	65.0
<b>HRmin</b>	66.9	71.5	58.7	65.8	50.2	41.5	36.9	42.6	47.4	47.6	50.3	54.1
<b>Hrmax</b>	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	72.1

Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

Tabla 20: registro de humedades relativas diarias (%)

PROYECTO DE INVESTIGACION: "DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA REGISTRO DE HUMEDADES RELATIVAS (%)

Estacion: Huamanag Distrito: Sancos C.P: Porta Cruz Altitud: 2772msnm  
 Provincia: Huancasancos Latitud: 13°08'51"S  
 Departamento: Ayacucho Longitud: 74°13'06"W

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	69.6
1993	75.4	79.3	77.4	70.3	65.4	52.9	50.9	59.5	64.9	65.8	68.6	72.1
1994	72.4	74.4	71.9	70.4	52.1	47.9	52.2	48.4	51.6	50.5	57.6	64.5
1995	66.9	71.8	71.2	65.8	50.2	41.5	36.9	51.9	47.4	47.6	50.3	62.7
1996	69.9	71.5	58.7	S/D	S/D	S/D	S/D	42.6	50.0	47.8	54.0	54.1
1997	68.5	74.1	66.5	67.6	63.6	53.2	50.6	60.3	57.9	56.8	65.6	67.0
1998	75.8	74.6	76.6	66.0	52.6	59.8	53.9	58.1	54.7	S/D	S/D	S/D
<b>PROM.</b>	73.5	76.5	73.4	71.8	61.4	56.8	54.4	57.6	57.7	57.4	61.2	65.0
<b>HRmin</b>	66.9	71.5	58.7	65.8	50.2	41.5	36.9	42.6	47.4	47.6	50.3	54.1
<b>Hrmax</b>	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	72.1

Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

ASPECTOS ECOLOGICOS DE LA UNIDAD HIDROGRAFICA

Los crecimientos ecológicos desde área de estudio hasta el área de captación son diversas entre estas tenemos:

### **Tundra Pluvial Alpina Subtropical (tp-AS)**

Se ubica en las unidades hidrográficas, entre los 4800msnm, cuya precipitación media mensual es de 1000mm con constante variación este tiende a subir a más. Relieve accidentado, de temperatura media mensual inferior a 2C°, con escasa cobertura vegetal.

### **Páramo Muy Húmedo Subalpino Subtropical (pmh-SaS)**

Se encuentra ubicada entre los 3800 y 4800 msnm. Cuya precipitación media anual mínima es 800 y máximo es 1000. Presenta relieve relativamente accidentado. Temperatura media mensual es menor a 2C°. asimismo, presenta una vegetación moderada esto debido a que en este tipo de humedales crece hiervas que habitan casi todo el año.

### **Bosque Húmedo Montano Subtropical (bh-MS)**

Esta ubicado entre los 2900 a 3800msnm. De temperatura media anual que varia entre 8 a 13C° de relieve accidentado con gradientes limitados. Cuyo tipo de suelo predominante es el arcilloso. Presencia de vegetales donde predomina plantas como herbáceas y arbóreas.

### **Estepa Espinoza (e-MS)**

Se encuentra ubicada entre los 3000 y 3800 msnm. De cuya precipitación media anual varia entre 380 y 550mm. Cuya topografía es de relieve accidentado, cuyo tipo de suelo predominante es el arcilloso. Presenta una vegetación con plantas herbáceas.

### **Estepa Espinoza Montaña Bajo (ee-MBS)**

Ubicada entre los 1700 – 3200msnm. Cuya precipitación media anual es de 250-380mm. Y cuya temperatura media anual es de 12-16C°, De relieve plano. Cuyo tipo de suelo es buena, pesada y cultivable. Vegetación natural con la implementación de riego y la lluvia.

## ESTUDIO DE LOS DATOS HIDROMETEOROLÓGICO

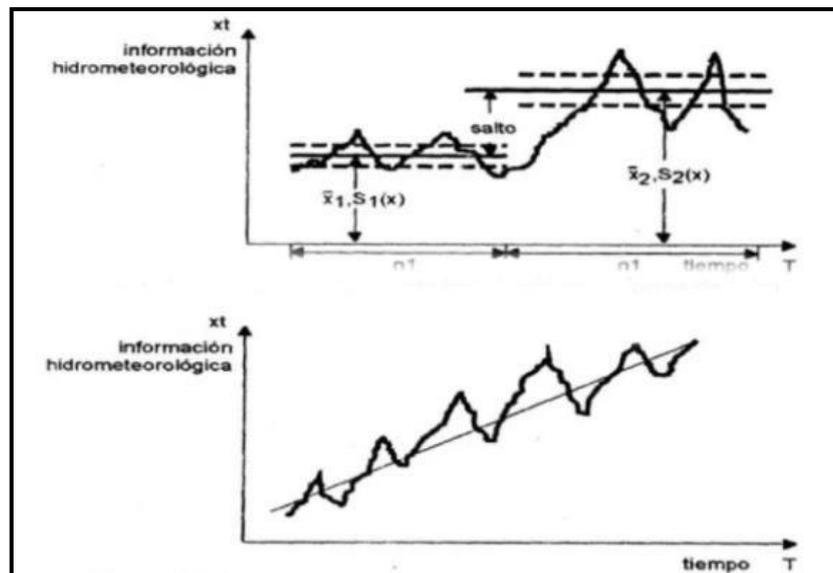
Estudio de la información obtenida: también denominada análisis de inconsistencia está directamente relacionada con los datos obtenidos, donde se busca la veracidad de estas, el análisis se realiza utilizando diferentes métodos estadísticos y físicos los cuales permite obtener errores sistémicos que se pudieron presentar ya sea un error causado por la naturaleza o la mano del hombre.

La inconsistencia o error sistémico se observa en los saltos o tendencias de la información hidrológica en una serie de tiempos hidrológicos cuyos factores son:

Humanos: demanda de construcción como es estructuras hidráulicas; tala de cuenca.

Natural: desastres naturales como huaico, inundaciones, derrumbe, huracán, etc

Figura 7: serie de componente transitoria en la forma de salto



Fuente: Lenin Alighieri Honorio Urbina.

El análisis de consistencia de la información meteorológica mediante los siguientes procesos como:

### Análisis de doble masa:

Este análisis se utiliza para tener confiabilidad de la información obtenida y poder trabajar con las confianzas que amerita, el análisis de doble masa permitirá el análisis de inconsistencia a errores, errores que pueden darse en el proceso de recopilación o procesamiento de los datos meteorológicos. Asimismo, no se podrá realizar corrección a partir de la recta de doble masa.

### Procedimiento para la curva de doble masa:

Tomar dato de la estación mas confiable y cerca al área de proyecto

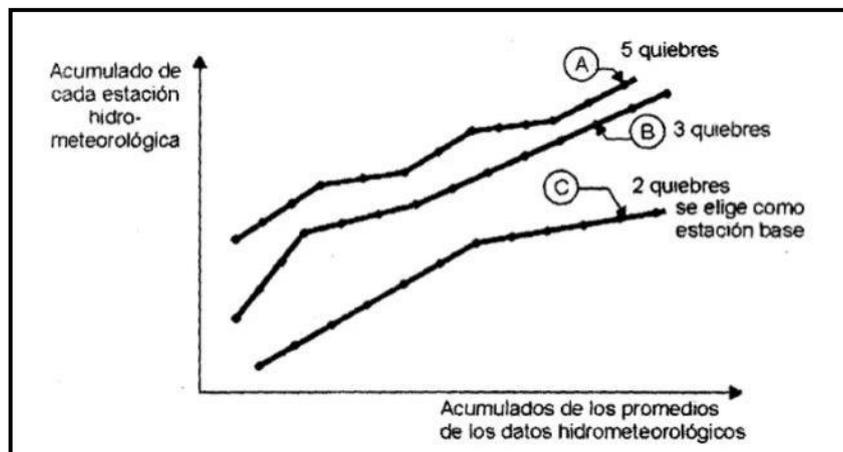
En el eje de las abscisas ira promedio anual acumulado, de todas las estaciones.

En el eje de las ordenadas, información anual acumulada de una de las estaciones en estudio.

Una vez trazada la recta de doble masa seleccionar la que presente menos quiebres, como la más representativa y confiable.

Aquella estación seleccionada como la mas confiable ira en el eje de las abscisas y en la ordenada datos de las otras estaciones, trazando de esta manera tantas restas como series, con quiebres significativos para luego analizar mediante análisis estadístico.

Figura 8: análisis de doble masa

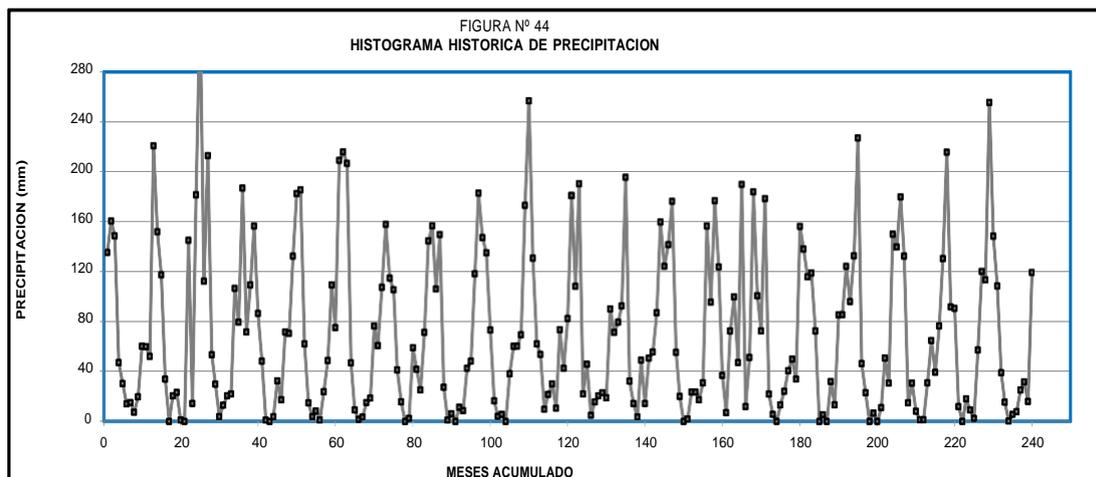


Fuente: Lenin Alighieri Honorio Urbina.

El análisis des doble masa, permite conocer y reconocer mediante los quiebres, las causas de los fenómenos naturales o si estos fueron causados por errores sistémicos. Permitiendo de esta manera determinar los intervalos de tiempo dudosos o confiables para cada estación determinada en estudio. Siendo esta uno de los métodos más confiables.

Tabla 21: Registro pluviométrico Allpachaca

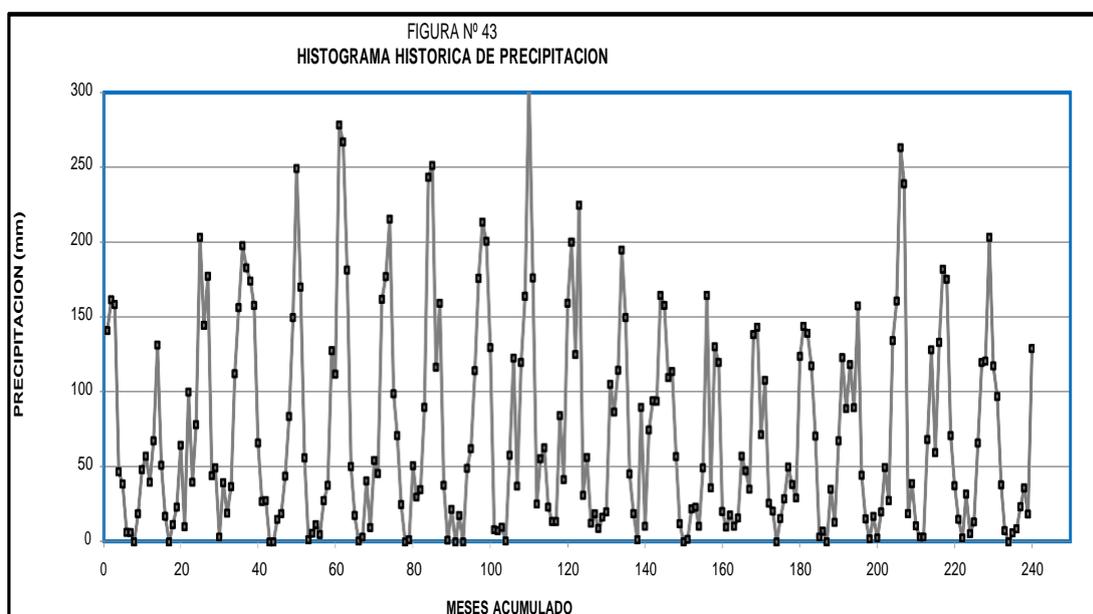
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1991	135.2	160.2	148.4	47.2	30.4	14.3	15.2	7.4	19.9	60.2	60.0	52.1	750.46
1992	220.5	151.6	117.2	34.0	0.0	20.8	23.4	1.3	0.0	144.9	14.5	181.2	909.40
1993	331.6	112.2	212.5	53.4	30.0	3.9	13.0	20.8	22.1	106.4	79.4	186.5	1171.80
1994	71.7	109.2	156.3	86.5	48.2	1.3	0.0	3.9	32.5	17.5	71.6	70.5	669.20
1995	132.1	182.2	185.2	62.0	15.0	4.0	8.5	1.3	24.0	48.8	109.2	75.0	847.30
1996	208.9	215.5	206.4	46.9	9.3	1.8	3.6	15.2	18.7	76.4	60.7	107.2	970.60
1997	157.6	114.5	105.4	41.2	15.9	0.0	2.5	59.0	41.9	25.4	71.3	144.5	779.20
1998	156.5	106.0	149.4	27.5	1.3	6.4	0.0	11.5	8.9	42.7	48.3	118.2	676.70
1999	182.6	147.1	134.8	73.2	16.7	4.1	5.8	0.0	38.3	60.3	60.1	69.4	792.40
2000	172.9	256.3	130.6	62.1	53.6	9.8	21.9	30.1	10.7	73.5	42.5	82.5	946.50
2001	180.6	108.0	190.1	22.1	45.9	5.0	15.7	20.8	23.2	19.1	89.9	71.2	791.60
2002	79.3	92.5	195.3	32.2	14.5	3.7	49.0	14.6	50.7	55.5	86.9	159.6	833.86
2003	124.2	141.5	176.0	55.3	20.2	0.0	2.0	23.6	23.6	17.4	31.1	156.3	771.20
2004	95.4	176.5	123.5	36.8	7.2	72.3	99.8	47.1	189.7	11.9	51.4	183.7	1095.30
2005	100.4	72.3	178.2	22.0	5.9	0.0	13.4	24.1	40.8	50.0	34.0	155.9	697.02
2006	138.0	115.6	118.7	72.3	0.0	5.4	0.0	32.1	13.5	85.4	85.4	124.2	790.60
2007	95.8	132.4	226.6	46.4	23.2	0.0	6.9	0.0	11.1	50.8	30.6	149.9	773.70
2008	139.5	179.6	132.3	15.0	30.7	8.2	1.4	1.5	31.1	64.7	39.3	76.5	719.80
2009	130.4	215.4	91.5	90.4	12.0	0.0	18.2	9.2	2.6	57.1	120.1	113.2	860.10
2010	255.0	148.1	108.3	39.0	15.5	0.4	5.9	8.0	25.3	31.9	16.0	119.3	772.70
MEDIA	155.41	146.84	154.34	48.27	19.78	8.07	15.31	16.57	31.43	55.00	60.11	119.84	830.97
NUMERO	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
SUMA	3108.2	2936.7	3086.7	965.5	395.5	161.4	306.2	331.5	628.6	1099.9	1202.3	2396.9	
MAXIMO	331.6	256.3	226.6	90.4	53.6	72.3	99.8	59.0	189.7	144.9	120.1	186.5	
M INIMO	71.7	72.3	91.5	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	14.5	52.1	
MEDIANA	138.8	144.3	148.9	46.7	15.7	4.0	7.7	13.1	23.4	53.2	60.0	118.8	
DESVIAC.	63.2	46.7	39.6	21.2	15.8	16.0	23.0	16.1	39.6	32.6	29.3	43.2	
VARIANZA	3991.2	2176.9	1569.5	449.5	248.5	257.2	530.1	260.3	1566.4	1063.7	856.0	1866.1	



Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

Tabla 22: Registro pluviométrico Putacca

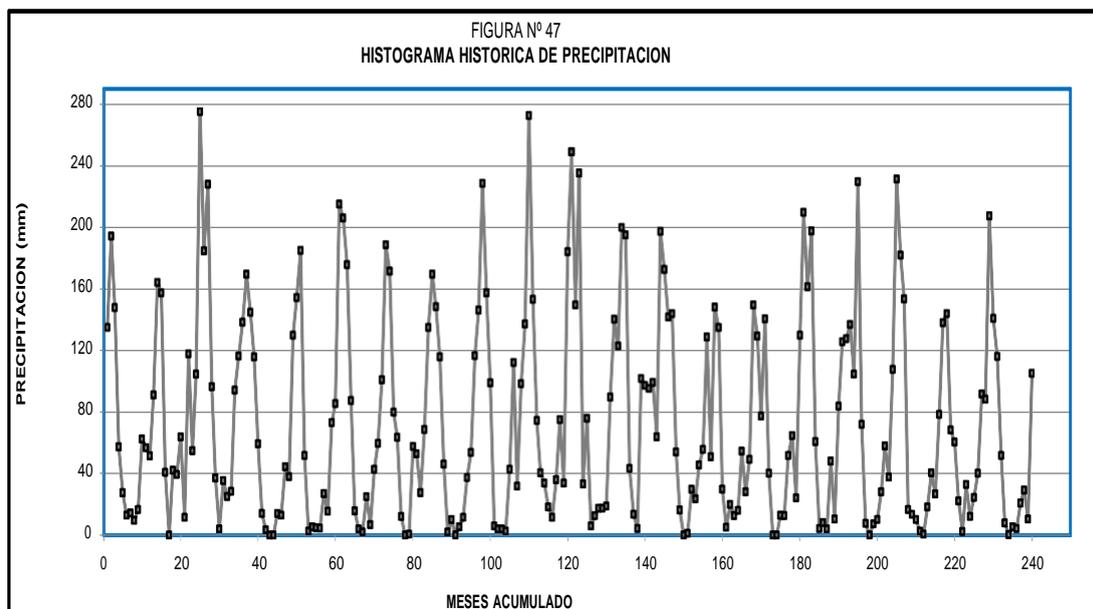
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1991	140.90	161.30	158.20	46.90	38.70	6.50	6.60	0.00	19.00	48.40	57.40	39.90	723.80
1992	67.40	131.30	51.10	17.20	0.00	11.80	23.20	64.60	10.30	100.00	40.00	78.20	595.10
1993	202.90	144.20	177.00	44.10	49.40	3.40	39.70	19.30	37.10	112.00	156.20	197.30	1182.60
1994	182.60	173.90	157.50	66.00	27.20	27.70	0.00	0.00	15.30	18.90	43.90	83.60	796.60
1995	149.40	248.60	169.80	56.10	1.60	6.00	11.60	5.20	27.80	37.90	127.50	111.70	953.20
1996	277.60	266.40	181.20	50.30	17.90	0.60	3.20	40.70	9.80	54.30	45.60	161.70	1109.30
1997	176.60	215.00	98.80	71.00	25.10	0.00	1.70	50.80	29.90	34.80	89.60	242.90	1036.20
1998	250.70	116.30	158.90	37.90	1.40	22.00	0.00	17.90	0.00	49.00	62.20	114.10	830.40
1999	175.70	213.10	200.30	129.40	8.20	7.60	10.10	0.70	57.80	122.40	37.30	119.60	1082.20
2000	163.80	308.14	175.84	25.34	55.58	62.72	23.24	13.86	13.72	84.14	41.72	158.90	1127.00
2001	199.78	124.88	224.40	31.22	56.28	12.60	18.90	9.10	16.52	20.02	105.14	86.52	905.36
2002	114.52	194.46	149.52	45.36	18.90	1.54	89.88	10.60	74.70	94.08	93.94	164.40	1051.90
2003	157.60	109.60	113.50	56.90	12.40	0.10	1.90	22.30	23.20	10.60	49.50	164.40	722.00
2004	36.00	130.00	119.47	20.40	10.00	18.10	10.70	16.00	57.30	47.40	35.30	138.20	638.87
2005	143.00	71.50	107.70	26.00	20.80	0.00	15.80	28.80	49.90	38.50	29.50	123.80	655.30
2006	143.80	138.90	117.30	70.60	3.20	7.40	0.00	35.20	13.30	67.50	122.90	88.90	809.00
2007	118.10	89.40	157.30	44.40	15.40	2.20	17.10	2.70	20.10	49.70	27.70	134.00	678.10
2008	160.40	262.63	238.60	19.07	39.03	10.94	3.22	3.22	68.23	127.91	59.54	132.90	1125.69
2009	181.80	175.10	70.80	37.40	15.20	2.70	32.10	5.60	13.40	66.10	119.50	120.40	840.10
2010	202.80	117.20	97.10	38.20	7.80	0.00	6.27	8.80	23.61	36.13	18.83	128.96	685.71
MEDIA	162.27	169.60	146.22	46.69	21.20	10.19	15.76	17.77	29.05	60.99	68.16	129.52	877.42
NUMERO	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	
SUMA	3245.4	3391.9	2924.3	933.8	424.1	203.9	315.2	355.4	581.0	1219.8	1363.3	2590.4	
MAXIMO	277.6	308.1	238.6	129.4	56.3	62.7	89.9	64.6	74.7	127.9	156.2	242.9	
MINIMO	36.0	71.5	51.1	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	18.8	39.9	
MEDIANA	162.1	152.8	157.4	44.3	16.7	6.3	10.4	12.2	21.7	49.4	53.5	126.4	
DESVIAC.	55.0	64.9	48.8	25.4	17.9	14.6	20.7	18.0	21.3	34.8	39.8	45.3	
VARIANZA	3028.4	4211.2	2381.3	646.2	319.5	214.1	429.2	323.8	454.2	1213.9	1587.2	2049.0	



Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

Tabla 23: Registro pluviométrico Cuchoquesera

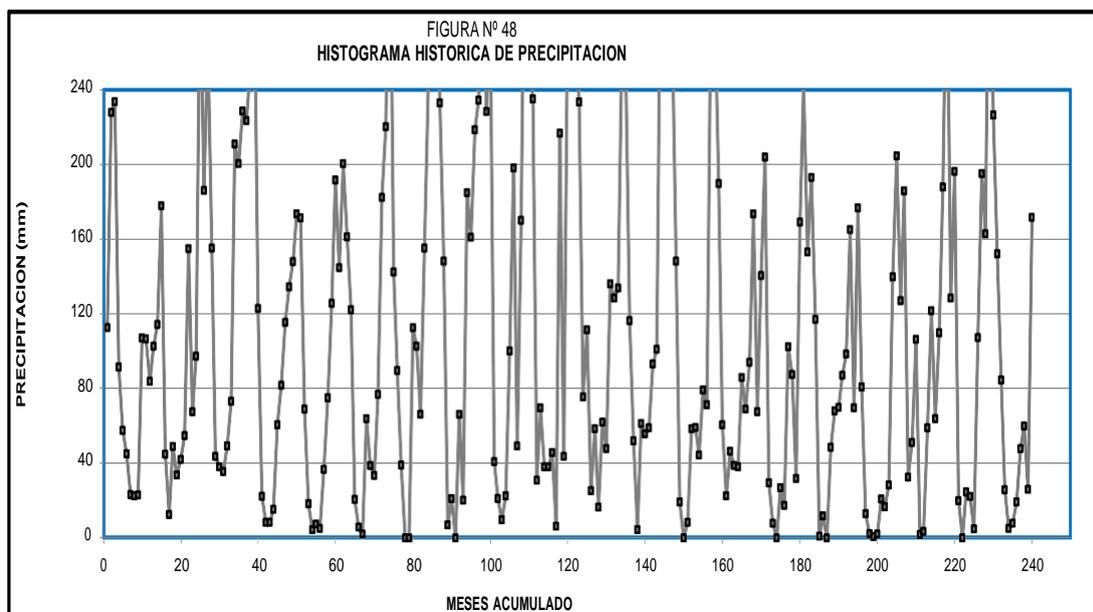
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1991	134.8	193.7	147.6	57.2	27.5	13.1	14.4	9.6	16.7	62.4	56.8	51.3	785.09
1992	91.0	163.8	157.0	40.8	0.0	42.1	39.3	63.7	11.7	117.6	54.8	104.4	886.20
1993	274.7	184.2	227.6	96.3	37.2	4.1	35.5	25.1	28.5	94.0	116.3	138.0	1261.50
1994	169.1	144.6	115.7	59.2	14.2	3.4	0.0	0.0	14.2	12.9	44.4	38.0	615.70
1995	129.7	153.9	184.6	51.8	2.7	5.5	4.8	4.7	27.1	15.6	73.1	85.4	738.90
1996	214.6	205.6	175.4	87.3	15.7	4.1	2.1	25.1	6.9	42.7	59.6	100.9	940.00
1997	188.2	171.0	79.8	63.6	12.3	0.0	0.7	57.5	52.8	27.7	68.4	134.7	856.70
1998	169.1	148.0	115.7	46.1	2.1	10.2	0.0	5.5	11.6	37.4	53.6	116.5	715.80
1999	145.9	228.0	157.0	98.8	6.1	4.1	4.1	2.7	42.8	111.9	31.9	98.2	931.46
2000	136.9	271.9	152.8	74.4	40.6	33.9	18.3	11.5	36.1	75.0	33.8	183.9	1068.95
2001	248.5	149.4	234.7	33.1	75.7	6.1	12.8	17.6	17.6	18.9	89.6	139.9	1043.98
2002	122.8	199.4	194.7	43.3	13.5	4.5	101.5	97.1	95.0	99.0	63.7	197.0	1231.47
2003	172.3	141.5	143.7	53.9	16.5	0.0	1.3	29.9	23.6	45.4	55.7	128.6	812.40
2004	50.8	147.8	134.7	29.8	5.2	20.0	12.8	16.2	54.4	28.2	49.1	149.2	698.20
2005	129.1	77.2	140.4	40.2	u	0.0	13.0	12.6	51.6	64.5	24.3	129.5	682.42
2006	209.2	160.9	197.2	60.6	4.2	8.2	4.0	48.2	10.6	83.8	125.3	127.4	1039.60
2007	136.6	104.5	229.1	71.8	7.7	0.0	7.3	10.1	28.2	58.0	37.8	107.5	798.60
2008	230.8	181.6	153.1	16.6	13.7	10.2	2.6	0.8	18.4	40.6	26.8	78.2	773.41
2009	137.8	143.6	68.3	60.3	22.3	2.5	33.0	12.1	24.6	40.3	91.5	88.2	724.55
2010	207.1	140.7	115.9	51.8	8.1	0.4	5.4	4.4	21.0	29.2	10.5	105.0	699.50
MEDIA	164.95	165.56	156.25	56.84	17.12	8.62	15.64	22.72	29.67	55.26	58.35	115.09	866.08
NUMERO	21.0	21.0	21.0	21.0	20.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	
SUMA	3299.0	3311.3	3124.9	1136.9	325.3	172.4	312.9	454.4	593.4	1105.2	1167.0	2301.7	
MAXIMO	274.7	271.9	234.7	98.8	75.7	42.1	101.5	97.1	95.0	117.6	125.3	197.0	
MINIMO	50.8	77.2	68.3	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	12.9	10.5	38.0	
MEDIANA	157.5	157.4	152.9	55.6	13.5	4.3	6.4	12.4	24.1	44.1	55.3	112.0	
DESVIAC.	54.6	42.4	46.1	21.3	18.1	11.3	23.5	25.4	21.1	32.2	29.7	38.7	
VARIANZA	2978.7	1793.8	2123.5	455.8	328.2	128.4	552.5	643.8	446.1	1038.2	882.0	1495.3	



Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

Tabla 24: Registro pluviométrico Tunsulla

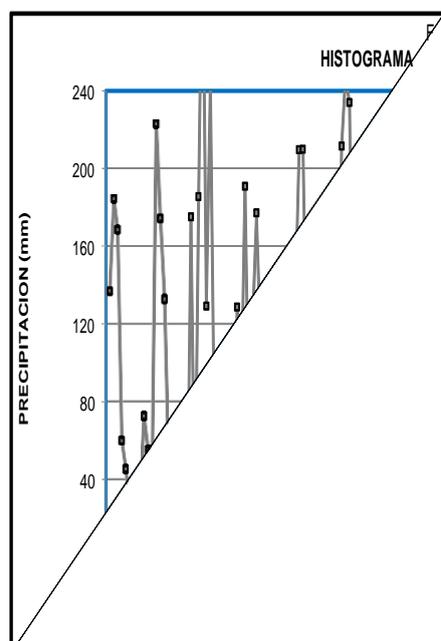
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1991	112.7	227.7	233.4	91.6	57.7	45.1	23.2	22.5	23.1	107.1	106.5	83.9	1134.50
1992	102.7	114.3	177.9	44.9	12.7	49.1	33.7	42.1	54.9	154.9	67.5	97.2	951.90
1993	307.0	185.9	266.2	155.0	43.7	38.1	35.7	49.3	73.2	210.7	200.4	228.3	1793.50
1994	223.3	254.0	311.9	122.8	22.4	8.4	8.4	15.5	60.6	81.7	115.4	134.4	1358.80
1995	147.9	173.4	171.3	69.1	18.5	4.4	7.5	5.1	36.7	75.1	125.5	191.6	1026.10
1996	144.6	200.3	161.1	122.1	20.7	5.9	2.1	63.9	38.8	33.6	77.0	182.2	1052.30
1997	220.1	360.1	142.4	89.6	39.1	0.0	0.0	112.6	102.6	66.2	155.0	244.1	1531.80
1998	411.9	321.6	232.8	148.0	7.0	21.2	0.0	66.2	20.4	184.8	160.8	218.4	1793.10
1999	234.2	320.4	228.2	277.6	40.9	21.1	9.9	22.6	100.1	198.0	49.3	169.9	1672.21
2000	362.4	263.0	234.8	31.0	69.8	38.1	38.1	45.8	6.3	216.4	43.7	284.8	1634.19
2001	371.5	280.6	233.4	75.4	111.4	25.4	58.5	16.6	62.0	47.9	136.1	128.3	1547.21
2002	133.8	258.0	254.5	116.3	52.2	4.4	61.3	55.7	59.0	93.1	101.1	312.3	1501.71
2003	287.9	305.3	272.1	148.1	19.3	0.0	8.5	58.5	59.2	44.4	79.2	71.4	1353.83
2004	287.9	285.5	189.6	60.6	22.6	46.5	38.8	38.1	86.0	69.1	94.0	173.5	1392.30
2005	67.5	140.5	203.7	29.5	8.0	0.0	27.0	17.5	102.5	87.5	32.0	169.0	884.70
2006	242.0	153.0	193.0	117.0	1.0	12.0	0.0	48.5	68.0	70.0	87.0	98.5	1090.00
2007	165.0	69.7	176.7	80.9	13.0	2.5	0.8	2.3	21.0	16.9	28.4	139.8	717.05
2008	204.5	127.0	185.7	32.5	51.1	106.4	1.9	3.6	59.0	121.6	63.8	109.9	1067.09
2009	187.7	329.3	128.4	196.0	20.0	0.0	24.7	22.3	4.9	107.3	195.0	162.7	1378.34
2010	367.1	226.4	152.0	84.6	25.8	5.2	8.0	19.4	48.0	60.0	26.0	171.4	1193.81
MEDIA	229.09	229.80	207.46	104.63	32.84	21.69	19.40	36.41	54.32	102.32	97.18	168.58	1303.72
NUMERO	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	
SUMA	4581.7	4595.9	4149.2	2092.7	656.8	433.7	388.1	728.2	1086.4	2046.4	1943.6	3371.7	
MAXIMO	411.9	360.1	311.9	277.6	111.4	106.4	61.3	112.6	102.6	216.4	200.4	312.3	
MINIMO	67.5	69.7	128.4	29.5	1.0	0.0	0.0	2.3	4.9	16.9	26.0	71.4	
MEDIANA	221.7	240.9	198.4	90.6	22.5	10.2	9.2	30.3	59.0	84.6	90.5	169.5	
DESVIAC.	99.7	81.7	48.0	61.0	26.3	26.4	19.6	27.2	29.9	60.2	52.5	65.0	
VARIANZA	9930.6	6672.6	2302.9	3723.3	692.0	698.9	382.3	738.0	896.2	3629.4	2757.6	4230.9	



Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

Tabla 25: Registro pluviométrico Choccoro

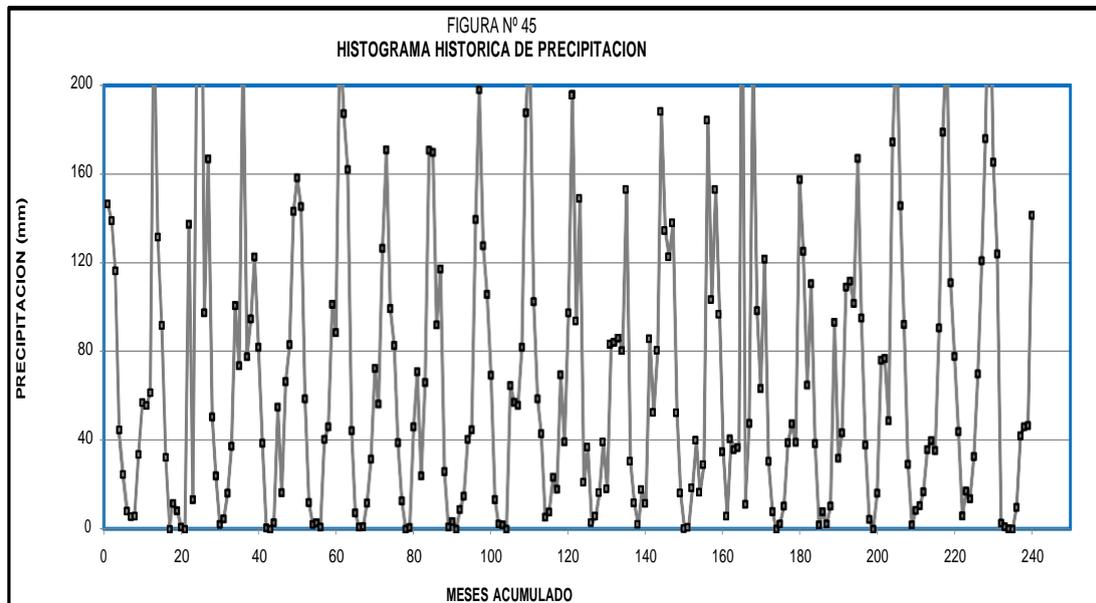
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTA
1991	136.8	184.3	168.2	60.1	45.5	21.7	21.3	11.6	28.0	72.8	55.4	53.3	8
1992	223.1	174.3	132.9	43.3	0.0	31.5	32.9	2.0	0.0	175.1	13.4	185.5	
1993	335.5	129.0	240.9	68.0	44.8	5.9	18.3	32.7	31.1	128.6	73.4	190.9	
1994	72.5	125.6	177.2	110.2	72.1	2.0	0.0	6.1	45.7	21.1	66.2	72	
1995	133.7	209.5	209.9	79.0	22.4	6.1	12.0	2.0	33.8	59.0	100.9		
1996	211.4	247.8	234.0	59.7	13.9	2.7	5.1	23.9	26.3	92.3	56.1		
1997	159.5	131.7	119.5	52.5	23.8	0.0	3.5	92.7	59.0	30.7	65.9		
1998	158.3	121.9	169.4	35.0	1.9	9.7	0.0	18.1	12.5	51.6	4		
1999	184.8	166.7	152.8	93.2	25.0	6.2	8.2	0.0	53.9	72.9			
2000	174.9	294.8	278.9	48.1	80.1	14.8	32.5	42.3	9.8	182.3			
2001	324.2	159.1	276.3	74.8	113.1	17.6	52.0	35.8	30.2	69.			
2002	91.4	259.8	89.6	64.2	14.3	0.0	32.6	19.1	31.7				
2003	67.0	176.9	119.2	73.0	16.0	26.2	25.8	35.6	26.3				
2004	21.9	225.0	168.0	53.0	5.0	41.6	18.3	24.8	36.0				
2005	87.5	132.5	172.4	31.7	32.0	0.0	25.0	46.0	13				
2006	196.2	144.3	167.1	74.2	6.5	11.0	0.0	54.9					
2007	176.2	97.6	256.9	59.1	18.4	0.0	9.3	9.1					
2008	194.1	226.6	180.2	39.8	35.6	18.0	4.3	3.8					
2009	228.6	146.4	118.9	67.2	26.4	6.5	35.6						
2010	185.3	120.4	179.0	89.0	28.3	1.4	1.7						
MEDIA	168.14	173.72	180.55	63.76	31.26	11.14	16.92						
NUMERO	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	2						
SUMA	3362.9	3474.3	3611.0	1275.2	625.1	222.9							
MAXIMO	335.5	294.8	278.9	110.2	113.1	41.6							
MINIMO	21.9	97.6	89.6	31.7	0.0	0.0							
MEDIANA	175.6	162.9	170.9	62.2	24.4								
DESVIAC	79.0	54.0	54.0	20.0	28.6								
VARIANZA	6239.3	2913.9	2910.9	401.3	815.2								



Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

Tabla 26: Registro pluviométrico Apacheta

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1991	146.4	138.9	116.3	44.6	24.4	8.1	5.5	5.8	33.6	57.0	55.6	61.4	697.46
1992	238.7	131.5	91.8	32.2	0.0	11.7	8.4	1.0	0.0	137.1	13.4	213.6	879.42
1993	358.9	97.3	166.5	50.5	24.1	2.2	4.7	16.3	37.4	100.7	73.6	219.9	1151.88
1994	77.6	94.7	122.4	81.8	38.7	0.7	0.0	3.1	54.9	16.6	66.4	83.1	639.99
1995	143.0	158.0	145.1	58.7	12.0	2.3	3.1	1.0	40.6	46.2	101.2	88.4	799.43
1996	226.1	186.9	161.7	44.4	7.5	1.0	1.3	11.9	31.6	72.3	56.2	126.4	927.24
1997	170.6	99.3	82.6	39.0	12.8	0.0	0.9	46.2	70.8	24.0	66.1	170.3	782.53
1998	169.4	91.9	117.0	26.0	1.0	3.6	0.0	9.0	15.0	40.4	44.8	139.3	657.56
1999	197.6	127.6	105.6	69.3	13.4	2.3	2.1	0.0	64.7	57.1	55.7	81.8	777.15
2000	187.1	222.3	102.3	58.8	43.0	5.5	7.9	23.6	18.1	69.6	39.4	97.3	874.71
2001	195.5	93.7	148.9	20.9	36.8	2.8	5.6	16.3	39.2	18.1	83.3	83.9	745.05
2002	85.8	80.2	153.0	30.5	11.6	2.1	17.6	11.4	85.7	52.5	80.6	188.1	799.20
2003	134.4	122.7	137.9	52.3	16.2	0.0	0.7	18.5	39.9	16.5	28.8	184.3	752.16
2004	103.3	153.1	96.7	34.8	5.8	40.7	35.9	36.9	320.6	11.3	47.6	216.6	1103.22
2005	98.3	63.4	121.5	30.7	8.0	0.0	2.5	10.5	39.0	47.5	39.2	157.2	617.72
2006	125.0	64.8	110.5	38.5	2.0	8.0	2.5	10.5	93.1	32.0	43.4	109.0	639.30
2007	111.6	101.6	166.8	95.0	38.0	4.5	0.0	16.3	76.0	76.8	48.8	174.1	909.43
2008	224.7	145.4	92.0	29.2	2.0	8.6	10.8	16.9	35.9	40.0	35.4	90.5	731.42
2009	178.5	224.0	110.8	77.8	44.0	6.0	17.2	13.8	32.7	69.9	120.8	175.6	1071.05
2010	271.2	164.9	123.8	2.8	1.2	0.2	0.0	9.9	42.0	46.1	46.6	141.3	850.06
MEDIA	172.18	128.11	123.66	45.89	17.12	5.52	6.33	13.94	58.54	51.57	57.34	140.11	820.30
NUMERO	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
SUMA	3443.5	2562.2	2473.1	917.8	342.5	110.4	126.6	278.7	1170.8	1031.4	1146.8	2802.1	
MAXIMO	358.9	224.0	166.8	95.0	44.0	40.7	35.9	46.2	320.6	137.1	120.8	219.9	
MINIMO	77.6	63.4	82.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	13.4	61.4	
MEDIANA	170.0	125.1	119.2	41.7	12.4	2.6	2.8	11.7	39.5	46.8	52.2	140.3	
DESVIAC.	69.5	46.7	26.1	22.6	15.3	8.9	8.7	11.5	66.0	30.9	25.2	51.1	
VARIANZA	4824.6	2179.9	681.6	510.3	233.7	80.0	76.5	131.2	4355.3	957.5	636.9	2611.1	

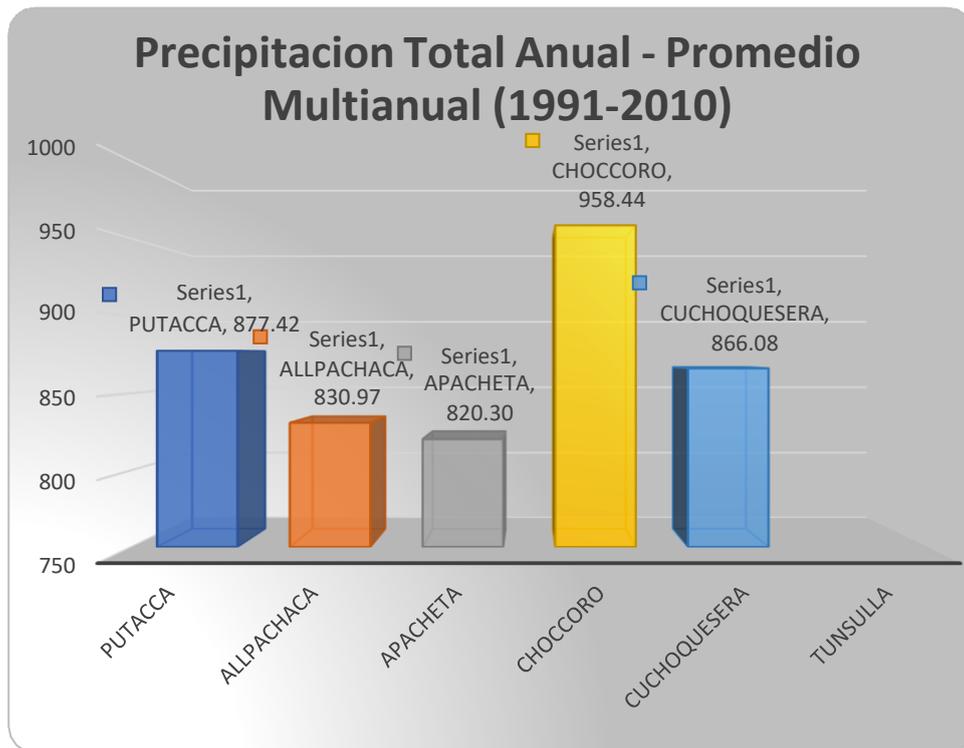


Fuente: Estación meteorológica de Ayacucho

Tabla 27: Presipitacion total mensual

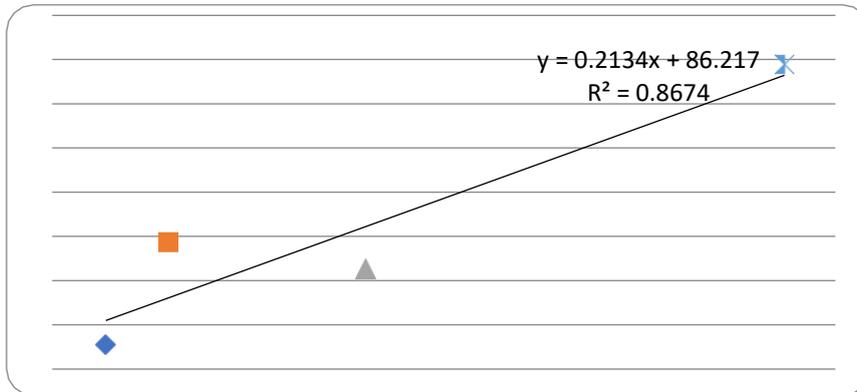
Nº	ESTACION	ALTITUD (msnm)	MESES												TOTAL ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	PUTACCA	3589.00	162.27	169.60	146.22	46.69	21.20	10.19	15.76	17.77	29.05	60.99	68.16	129.52	877.42
2	ALLPACHACA	3541.00	155.41	146.84	154.34	48.27	19.78	8.07	15.31	16.57	31.43	55.00	60.11	119.84	830.97
3	APACHETA	4195.00	172.18	128.11	123.66	45.89	17.12	5.52	6.33	13.94	58.54	51.57	57.34	140.11	820.30
4	CHOCCORO	4061.00	168.14	173.72	180.55	63.76	31.26	11.14	16.92	23.78	38.84	71.74	57.12	121.48	958.44
5	CUCHOQUESERA	3740.00	164.95	165.56	156.25	56.84	17.12	8.62	15.64	22.72	29.67	55.26	58.35	115.09	866.08

Fuente: Elaboración propia



ALTITUD	PP. PROMED	ESTACION
3541.0	830.97	ALLPACHACA
3589.0	877.42	PUTACCA
3740.0	866.08	CUCHOQUESERA
4061.0	958.44	CHOCCORO
4195.0	820.30	APACHETA

## CURVA ALTITUD - PRECIPITACIÓN



Fuente: elaboración propia

REGIONALIZACION DE LA PRECIPITACION - CUENCA DEL RIO CACHI (3700 msnm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
1991	142.37	161.77	107.20	52.68	32.88	14.25	12.54	9.07	31.73	65.03	54.98	59.04	743.55
1992	228.92	152.37	117.26	38.97	0.00	23.01	20.33	4.01	0.58	154.07	15.95	201.50	956.96
1993	352.30	116.41	201.28	63.50	32.77	3.84	11.03	24.08	35.33	111.50	72.05	203.19	1227.27
1994	78.91	107.52	140.89	93.05	51.17	0.00	0.00	4.25	51.52	18.04	76.04	74.75	696.14
1995	138.13	172.86	172.99	67.12	16.18	3.92	6.25	1.58	38.75	49.10	95.50	82.80	845.18
1996	216.82	208.68	190.12	55.33	10.43	2.07	2.74	16.62	29.45	79.11	56.68	116.01	984.05
1997	168.42	112.71	95.66	45.41	16.66	0.00	1.85	67.11	69.40	26.66	64.13	154.65	822.65
1998	160.60	108.50	134.68	31.37	1.52	5.63	0.00	11.97	15.19	44.45	44.11	132.52	690.54
1999	189.38	148.55	123.43	79.19	17.93	3.76	4.17	0.24	60.94	65.61	53.77	154.54	901.51
2000	179.35	251.62	181.36	57.19	57.90	8.69	17.75	30.80	17.26	120.92	22.16	114.21	1059.21
2001	262.10	126.16	207.27	46.32	73.92	9.11	25.84	25.36	36.06	41.93	77.44	67.00	998.51
2002	91.23	167.22	123.30	46.28	12.27	1.22	25.12	23.66	66.46	38.85	74.43	151.08	821.14
2003	106.91	148.41	126.92	61.42	15.92	12.12	12.16	26.77	34.82	48.95	33.33	122.31	750.05
2004	65.26	184.53	129.15	43.39	4.92	36.71	19.45	29.24	192.89	22.27	50.38	197.43	975.62
2005	93.44	95.28	141.27	33.48	12.90	0.00	11.90	24.40	82.24	67.06	44.88	157.99	764.85
2006	164.09	101.06	144.41	51.37	0.00	9.75	0.00	30.92	71.39	55.57	68.40	106.17	803.12
2007	145.56	97.23	208.64	84.84	28.91	2.62	3.18	15.05	88.17	87.14	47.78	160.78	969.89
2008	225.18	175.38	125.25	35.08	13.10	13.02	8.51	11.80	31.62	39.51	53.91	117.45	849.82
2009	202.83	183.71	114.88	72.14	39.14	6.77	26.32	12.60	42.51	49.45	94.51	132.82	977.68
2010	230.93	146.74	152.02	41.40	12.38	0.76	0.28	7.72	32.17	41.84	42.08	134.36	842.69
<b>Media</b>	<b>172.14</b>	<b>148.34</b>	<b>146.90</b>	<b>54.98</b>	<b>22.54</b>	<b>7.86</b>	<b>10.47</b>	<b>18.86</b>	<b>51.42</b>	<b>61.35</b>	<b>57.13</b>	<b>132.03</b>	<b>884.02</b>
<b>Max</b>	<b>352.30</b>	<b>251.62</b>	<b>208.64</b>	<b>93.05</b>	<b>73.92</b>	<b>36.71</b>	<b>26.32</b>	<b>67.11</b>	<b>192.89</b>	<b>154.07</b>	<b>95.50</b>	<b>203.19</b>	<b>1755.32</b>
<b>Min</b>	<b>65.26</b>	<b>95.28</b>	<b>95.66</b>	<b>31.37</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.24</b>	<b>0.58</b>	<b>18.04</b>	<b>15.95</b>	<b>59.04</b>	<b>381.42</b>
<b>PP(75%)</b>	<b>200.27</b>	<b>174.75</b>	<b>179.27</b>	<b>66.21</b>	<b>32.86</b>	<b>11.53</b>	<b>19.02</b>	<b>26.42</b>	<b>68.67</b>	<b>76.10</b>	<b>73.84</b>	<b>157.16</b>	

## **MODELO LUZT SCHOLZ**

El modelo de **LUZT SCHOLZ**, es un modelo hidrológico que permite determinar los caudales medios mensuales.

Ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes

Contando la información requerida es posible su aplicación.

### **Información requerida:**

- a.- precipitación total mensual
- b.- temperatura máxima media mensual
- c.- temperatura mínima media mensual
- d.- precipitación media areal de la cuenca (mm/año)
- e.- caudales observados. (m<sup>3</sup>/s)

### **parámetros del modelo:**

- a.- coeficiente de escorrentía (C)
- b.- coeficiente de agotamiento (k)
- d.- retención de la cuenca (R) (mm/año)
- e.- abastecimiento y el gasto de la retención (A-R) (mm/mes)

## METODO DE LUZT SCHOLZ

AREA DE LA CUENCA: 1797.90 Km2

CUADRO Nº 94

MES	PRECIPITACIONES (1991 - 2010)					CAUDAL AFORADO	
	P	PE1	PE2	PE3	PE	Q	CM
	mm/mes					m3/s	mm/mes
Ene	200.27	83.7	112.9	77.1	161.6	0.00	0.00
Feb	174.75	54.1	88.4	102.4	145.4	0.00	0.00
Mar	179.27	58.8	92.9	101.5	149.7	0.00	0.00
Abr	66.21	2.5	9.7	16.9	21.7	0.00	0.00
May	32.86	0.3	3.4	6.7	8.6	0.00	0.00
Jun	11.53	0.0	1.3	2.7	3.5	0.00	0.00
Jul	19.02	0.0	2.0	4.1	5.4	0.00	0.00
Ago	26.42	0.1	2.7	5.5	7.1	0.00	0.00
Set	68.67	2.8	10.4	18.1	23.2	0.00	0.00
Oct	76.10	3.8	13.0	22.1	28.3	0.00	0.00
Nov	73.84	3.4	12.2	20.8	26.7	0.00	0.00
Dic	157.16	38.2	70.7	96.3	124.9	0.00	0.00
	<b>1086.09</b>	<b>247.6</b>	<b>419.6</b>	<b>474.0</b>	<b>706.0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

Descripción	Valor del Coeficiente		
	Curva I	Curva II	Curva III
a <sub>0</sub>	-0.01800	-0.02130	-0.0280
a <sub>1</sub>	-0.01850	0.13580	0.2756
a <sub>2</sub>	0.001105	-0.002296	-0.004103
a <sub>3</sub>	-1.20E-05	4.35E-05	5.53E-05
a <sub>4</sub>	1.44E-07	-8.90E-08	1.24E-07
a <sub>5</sub>	-2.85E-10	-8.79E-11	-1.42E-09

<b>C =</b>	<b>0.65</b>
------------	-------------

C<sub>1</sub> = -1.67

C<sub>2</sub> = 2.67

C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> = 1.00

### CALCULO DE LA RETENCION

Descripción	Pendiente de la Cuenca	Lámina de Agua	Area	Retención Anual
	%	mm/año	Km2	m3/año
Napa Freática (Acuíferos)	5.48	273.9	5	1.37E+06
Lagunas		500	3	1.50E+06
Nevados		500	0	0.00E+00
TOTAL				2.87E+06

Retención total = 2.8695 MMC = 1.7 mm/año

### CALCULO DEL COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO

#### CRITERIO Nº 1

A = Area (Km<sup>2</sup>)  
 EP = 479.73 Evapotranspiración (mm/año)  
 T = 183 Días de la estación seca (días)  
 R = 1.7 Retención anual (mm/año)

$$a = 3.1249 \times 10^{67} A^{-0.1144} EP^{-19.336} T^{-3.369} R^{-1.429} =$$

CRITERIO N° 2

Clase de Cuenca : 2  
 Coeficiente b : 0.030

$$a = - 0.00252 \ln A + b = 0.01132$$

Coeficiente de Agotamiento : a = 0.01132

**RAZON DE AGOTAMIENTO MENSUAL:**  $b_0 = e^{-a \cdot t}$

Razón Mensual : t = 30 días

$$b_0 = 0.712$$

**GASTO DE RETENCION EN EL PERIODO SECO :**  $b_{mes\ i} = b_0^i e^{-a \cdot t}$

Período Seco :

Mes inicial = Abril  
 Mes final = Octubre

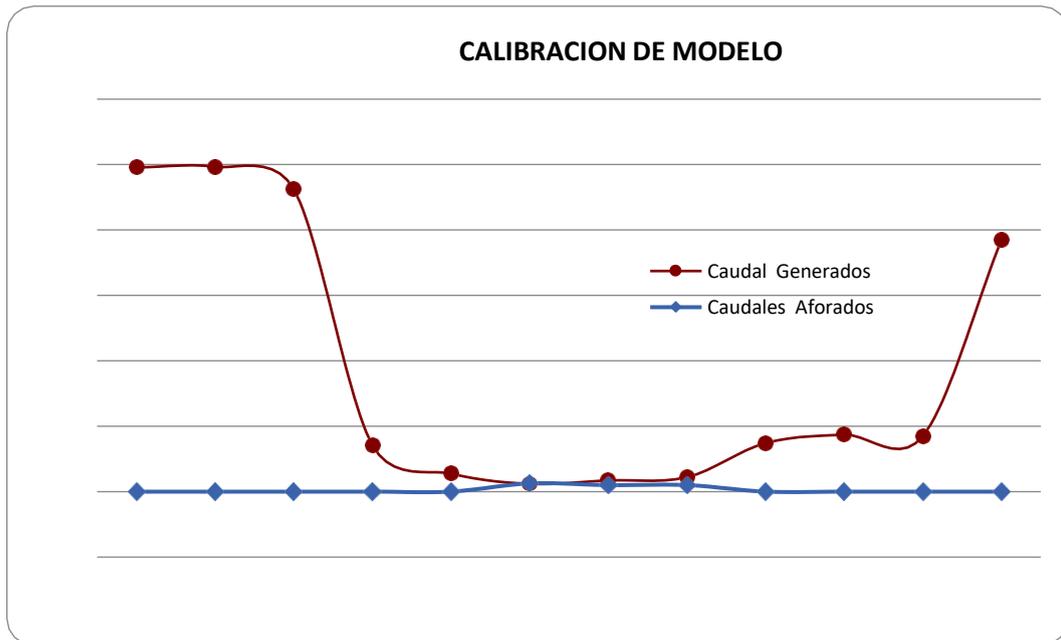
**CUADRO N° 95**

N°	N°	Mes	$b_{mes\ i}$	$G_{mes\ i}$ mm/mes	$A_i$ Región 5	$A_{mes\ i}$ mm/mes
1		enero			65.0	1.1
2		febrero			15.0	0.3
3		marzo			5.0	0.1
4	1	abril	0.71	0.55	-	-
5	2	mayo	0.51	0.39	-	-
6	3	junio	0.36	0.28	-	-
7	4	julio	0.26	0.20	-	-
8	5	agosto	0.18	0.14	-	-
9	6	septiembre	0.13	0.10	-	-
10	7	octubre	0.09	0.07	10.0	0.2
11		noviembre			-	-
12		diciembre			5.0	0.1
<b>TOTAL</b>			<b>2.24</b>	<b>1.73</b>	<b>100.00</b>	<b>1.73</b>

**CALCULO DE CAUDALES**

**CUADRO N° 96**

N°	Mes	N° Días	PE mm/mes	Gasto de Retención $G_i$ (mm/mes)	Abastecimiento de la Retención $A_i$ (mm/mes)	Caudal Generados		Caudales Aforados
						mm/mes	m³/s	m³/s
1	Ene	31	161.58	0.00	1.13	160.45	99.14	0.00
2	Feb	28	145.42	0.00	0.26	145.16	99.31	0.00
3	Mar	31	149.73	0.00	0.09	149.64	92.46	0.00
4	Abr	30	21.69	0.55	0.00	22.24	14.20	0.00
5	May	31	8.56	0.39	0.00	8.95	5.53	0.00
6	Jun	30	3.48	0.28	0.00	3.75	2.40	2.50
7	Jul	31	5.38	0.20	0.00	5.58	3.45	2.00
8	Ago	31	7.07	0.14	0.00	7.21	4.46	2.00
9	Sep	30	23.19	0.10	0.00	23.30	14.87	0.00
10	Oct	31	28.30	0.07	0.17	28.20	17.42	0.00
11	Nov	30	26.66	0.00	0.00	26.66	17.02	0.00
12	Dic	31	124.90	0.00	0.09	124.82	77.13	0.00
	<b>Año</b>	<b>365</b>	<b>705.96</b>	<b>1.73</b>	<b>1.73</b>	<b>58.83</b>	<b>37.28</b>	<b>0.54</b>



Fuente: Elaboración propia

luego de haber analizado los datos de las precipitaciones mediante el análisis de consistencia con concluye que están son fiables y consistentes.

Asimismo, haciendo uso del METODO DE LUTZ SCHOLZ se determinó que el caudal de estiaje es de 2 m<sup>3</sup>/s.

### DISPONIBILIDAD HÍDRICA

La disponibilidad de una cuenca permite optimizar su uso. de esta manera maximizar su uso y hacer de esta manera un uso responsable y eficiente.

En el centro poblado de porta cruz la disponibilidad de recurso hídrico es una de las causas por la presenta una baja producción y un bajo recurso económico. Con el estudio realizado sabemos que el rio cachi es el principal aportante hídrico.

La única oferta hídrica y disponible con la que se cuenta son los canales de riego naturales y las precipitaciones como llluvias, lloviznas en meses determinados, la falta de infraestructuras de riego hace que no haya un buen riego y eficiente.

Por lo expuesto y realizado estudio hídrico para el proyecto de investigación y aforo en épocas de estiaje que sabe q el caudal mínimo es de 2 m<sup>3</sup>/s siendo la

disponibilidad hídrica de 42.5l/s, demostrada de esta manera que se cuenta con disponibilidad hídrica.

Como aporte tenemos que las precipitaciones son desde el mes de noviembre a marzo propio de la naturaleza siendo un aporte a la oferta hídrica.

Oferta mensual del rio cachi.

OFERTA MENSUAL DEL AGUA DEL RIO CACHI										
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
Nº de días por mes	31	28	31	30	31	30				
Oferta rio Cachi (m3/s)	99.14	99.31	92.46	14.20						
Volumen Disp (m3)	265,536,576.00	240,250,752.0								
Volumen Disp (M)										

Fuente: elaboración propia

## USO Y DEMANDA DEL AGUA

Aguas arriba del centro poblado de Porta Cruz, se encuentra localizado varios centros poblados y localidades los cuales tienen un sistema de riego que hacen uso de esta subcuenca RIO CACHI.

Se sabe que el caudal aprovechado aguas arriba ascienden a una suma de:

$Q=255l/s$

Oferta mensual del rio cachi

CÁLCULOS	M E S E S												PROMEDIO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Nº de días/mes (días)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Q. demanda (lt/seg)	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00
Q. demanda (m3/seg)	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
Volumen neto (m3)	1,526,688.00	1,378,944.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,477,440.00	1,526,688.00	1,497,960.00
Volumen neto (MMC)	1.53	1.38	1.53	1.48	1.53	1.48	1.53	1.53	1.48	1.53	1.48	1.53	1.50

Fuente: elaboración propia

## Cuadro resumen de las bondades

Caudal de estiaje	Caudal de uso y demanda	Caudal para el proyecto
2 m <sup>3</sup> /s	0.57 m <sup>3</sup> /s	0.05 m <sup>3</sup> /s

Fuente: elaboración propia

## CAUDAL ECOLÓGICO

Consiste en preservar a lo que se le llama caudal ambiental con la finalidad de preservar agua para las especies que se encuentran en el faz de la tierra.

El caudal ecológico se determina de la siguiente manera:

Caudal ecológico (meses de avenida)	Caudal ecológico (época de estiaje)
10% de caudales medios mensuales	15% de caudales medios mensuales

Fuente: elaboración propia

## Cuadro: caudal ecológico

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
N° de días por mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Oferta río Cachi (m <sup>3</sup> /s)	99.14	99.31	92.46	14.20	5.53	2.40	3.45	4.46	14.87	17.42	17.02	77.13	37.28
Caudal ecológico (m <sup>3</sup> /s)	9.91	9.93	9.25	1.42	0.55	0.24	0.35	0.45	1.49	1.74	1.70	7.71	3.73
Volumen neto (m <sup>3</sup> )	26,553,657.60	24,025,075.20	24,764,486.40	3,680,640.00	1,481,155.20	622,080.00	924,048.00	1,194,566.40	3,854,304.00	4,665,772.80	4,411,584.00	20,658,499.20	9,736,322.40
Volumen Disp (MMC)	26.55	24.03	24.76	3.68	1.48	0.62	0.92	1.19	3.85	4.67	4.41	20.66	9.74

Del cuadro sabemos que el caudal ecológico varía entre 0.24 a 9.93 m<sup>3</sup>/s con un caudal promedio anual de 37.28m<sup>3</sup>/s.

## DEMANDA FUTURA:

El proyecto de investigación está proyectada para satisfacer una demanda de 57.5 hectáreas de cultivo.

En el centro poblado de portacruz para el proyecto de investigación se propone las siguientes cédulas de cultivo.

Papa	28.24%
Maíz grano	23.53%
Quinoa	10.59%
Trigo	9.41%
Alfalfa	14.12%
avena	14.11%

Fuente: elaboración propia

# LA DEMANDA DE AGUA DE LOS CULTIVOS

Ubicación															
Departamento:	Ayacucho				Latitud:	13° 04' 36.0" →			13.08						
Provincia:	Huanca Sancos				Altitud:	2,470.00 msnm									
Distrito:	Carapo				Eficiencia de Riego:	75%									
Localidad:	C.P Porta Cruz														
Información Referencial															
Descripción	Unidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Precipitación Promedio Mensual	mm	99.05	114.11	96.51	28.49	14.92	6.44	9.66	8.93	18.64	27.64	46.03	78.25	548.68	
Precipitación Total Mensual al 90%	mm	62.80	72.62	47.68	11.06	3.00	2.42	2.62	3.06	5.66	5.12	11.11	43.00		
Precipitación Total Mensual al 75%	mm	79.40	84.90	60.25	15.45	6.35	3.40	3.65	4.80	10.30	15.50	27.65	59.45		
Información Requerida															
INFORMACION REFERENCIAL															
Descripción	Unidad	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Temperatura Media Mensual	°C	14.12	15.26	16.24	16.20	16.42	17.85	18.15	18.52	17.12	17.52	16.52	16.48	14.12	
Precipitación Efectiva Mensual al 75%	mm	66.26	69.94	50.56	9.93	1.28	-	-	-	5.04	9.98	21.52	49.90		
(HS) Para calcular en función a Porcentajes de Horas de Sol Posibles, Radiación Extraterrestre y Temperatura															
Horas de Sol, Total Mensual	H	179.97	126.03	141.47	180.97	239.47	238.67	238.15	231.50	193.05	206.97	200.95	169.13		
Horas de Sol, Promedio Diario Mensual	H	5.8	4.5	4.6	6.0	7.7	8.0	7.7	7.5	6.4	6.7	6.7	5.5		
(HR) Para el calcular en función a Humedad Relativa y Temperatura															
Humedad Relativa	%	74	76	73	72	61	57	54	58	58	57	61	65		
Cédula De Cultivo															
Ingrese para cada mes Kc y modalidad de cultivo (base "B", de rotación "R") correspondientes.															
CULTIVOS BASE	ÁREA		Modalidad de Cultivo											CULTIVOS DE ROTACIÓN	ÁREA Há
	Há	%	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		
1 Papa	8.00	13.91%	B	B	B	B	R	R	R	R	R	B	B	Hortalizas Peq	5.50
2 Maiz	12.00	20.87%	B	B	B	B	R	R	R	R	R	B	B	Papa	6.50
3 Quinua	5.00	8.70%	B	B	R	R	R	R	R	R	R	B	B	alfalfa	0.50
4 Trigo	4.50	7.83%	B	B	B	R	R	R	R	R	B	B	B	Maiz	8.00
5 Alfalfa	10.00	17.39%	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
6 Avena	18.00	31.30%	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
Cultivado (há)	57.50	100.00%	57.5	57.5	53.0	56.5	48.5	48.5	48.5	48.5	35.0	57.5	57.5		20.50
CULTIVOS BASE	Kc de los Cultivos											CULTIVOS DE ROTACIÓN			
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N		D		
1 Papa	1.22	1.21	0.96	0.75	0.70	0.95	1.02	1.03	0.95		0.55	0.92	Hortalizas Peq		
2 Maiz	1.17	1.20	1.05	1.05	0.55	0.92	1.22	1.21	0.96	0.75	0.51	0.90	Papa		
3 Quinua	0.80	0.35	0.55	1.22	0.80	0.35	0.55	1.22	0.80	0.35	0.55	1.22	Frijol		
4 Trigo	1.08	1.06	0.95	0.51	0.90	1.17	1.20	1.05	1.05		0.70	0.95	Maiz		
5 Alfalfa	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75			
6 Avena	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85			
Kc ponderado	0.96	0.93	0.90	0.82	0.78	0.90	0.95	0.93	0.89	0.80	0.68	0.89			

## Demanda de caudal para el proyecto de riego:

CÁLCULOS	M E S E S								
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Nº de días/mes (días)	31	28	31	30	31	30	31		
Q. demanda (lt/seg)	26.91	17.03	21.73	27.85	28.56				
Q. demanda (m3/seg)	0.03	0.02	0.02						
Volumen neto (m3)	72087.87								
Volumen ne									

El proyecto contempla captar	Q=57.55 l/s
Área de cultivo proyectada	A=57.50 hectáreas

## Demanda hídrica para el proyecto de irrigación:

DESCRIPCIÓN	MESES												PROM
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
CAUDAL (m³/s)													PROM
Oferta Río Cachi	99.1400	99.3100	92.4600	14.2000	5.5300	2.4000	3.4500	4.4600	14.8700	17.4200	17.0200	77.1300	37.2825
Otros Usos y Demandas Actuales	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300	0.4300
Caudal Ecológico Río Cachi	9.9140	9.9310	9.2460	1.4200	0.5530	0.2400	0.3450	0.4460	1.4870	1.7420	1.7020	7.7130	3.7283
Demanda Agrícola	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425
<b>SUPERÁVIT</b>	<b>88.7535</b>	<b>88.9065</b>	<b>82.7415</b>	<b>12.3075</b>	<b>4.5045</b>	<b>1.6875</b>	<b>2.6325</b>	<b>3.5415</b>	<b>12.9105</b>	<b>15.2055</b>	<b>14.8455</b>	<b>68.9445</b>	<b>33.0818</b>
CAUDAL (l/s)													PROM
Oferta Río Cachi	99140.0000	99310.0000	92460.0000	14200.0000	5530.0000	2400.0000	3450.0000	4460.0000	14870.0000	17420.0000	17020.0000	77130.0000	37282.5000
Otros Usos y Demandas Actuales	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000	430.0000
Caudal Ecológico Río Cachi	9914.0000	9931.0000	9246.0000	1420.0000	553.0000	240.0000	345.0000	446.0000	1487.0000	1742.0000	1702.0000	7713.0000	3728.2500
Demanda Agrícola	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000	42.5000
<b>SUPERÁVIT</b>	<b>88753.5000</b>	<b>88906.5000</b>	<b>82741.5000</b>	<b>12307.5000</b>	<b>4504.5000</b>	<b>1687.5000</b>	<b>2632.5000</b>	<b>3541.5000</b>	<b>12910.5000</b>	<b>15205.5000</b>	<b>14845.5000</b>	<b>68944.5000</b>	<b>33081.7500</b>
VOLUMEN (HM³)													TOTAL
Oferta Río Cachi	265.5366	240.2508	247.6449	36.8064	14.8116	6.2208	9.2405	11.9457	38.5430	46.6577	44.1158	206.5850	1168.3587
Otros Usos y Demandas Actuales	1.1517	1.0403	1.1517	1.1146	1.1517	1.1146	1.1517	1.1517	1.1146	1.1517	1.1146	1.1517	13.5605
Caudal Ecológico Río Cachi	26.5537	24.0251	24.7645	3.6806	1.4812	0.6221	0.9240	1.1946	3.8543	4.6658	4.4116	20.6585	116.8359
Demanda Agrícola	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	1.3660
<b>SUPERÁVIT</b>	<b>237.7174</b>	<b>215.0826</b>	<b>221.6148</b>	<b>31.9010</b>	<b>12.0649</b>	<b>4.3740</b>	<b>7.0509</b>	<b>9.4856</b>	<b>33.4640</b>	<b>40.7264</b>	<b>38.4795</b>	<b>184.6609</b>	<b>1036.6221</b>

Fuente: elaboración propia

D.- tercer objetivo específico: **REALIZAR MEDICIÓN DEL CAUDAL**

Los métodos usados para medir el caudal que transportan el canal no revestido en el proyecto de investigación son los siguientes:

**a.- método del flotador:** método muy utilizado para determinar el caudal aproximado de un canal.

Para el desarrollo de este tipo de medidor se deberá elegir un tramo recto de sección uniforme don el agua escurra de manera uniforme.

Se deberá margar el tramo para luego tomar apunte del tiempo que el flotador tarda en recorrer dicho tramo a la velocidad del agua.

$$V = \frac{\text{longitud del tramo (m)}}{\text{tiempo de rrecorrido (s)}}$$

Donde:

V=velocidad del agua (m/s)

Asimismo, se deberá tomar nota en campo el área promedio del canal. De esta manera conociendo el área y la velocidad se podrá determinar el caudal con la siguiente relación:

$$Q = V \times A \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

Donde:

Q=caudal (m<sup>3</sup>/s).

V= velocidad del agua (m/s).

A=area (m<sup>2</sup>).

**b.- vertederos hidráulicos:** Son estructuras hidráulicas diseñadas con la finalidad de dar pase al agua a los escurrimientos superficiales. Cuyas estructuras presenta las siguientes funciones:

a.- garantizar que estas estructuras hidráulicas den seguridad

b.- impedir que el nivel de aguas arribas se desborde o que sobrepase el nivel máximo.

Si bien la clasificación de los vertederos hidráulicos son muchos para el proyecto de investigación fue según la sección por donde este será vertido: vertedero trapezoidal.

## METODO FLOTADOR

**FORMULA:**  $Q = V * A$

**Q:** caudal

**A:** Area de la seccion

**V:** velocidad del agua

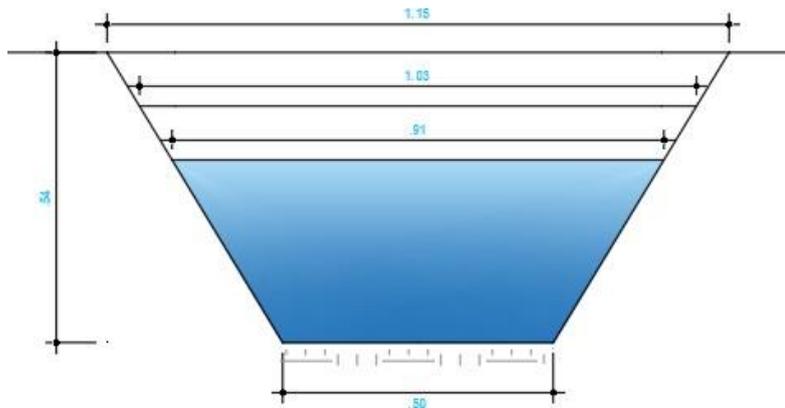
lanzamiento	tiempo(S)	distancia(m)
1	12.36	10.00
2	11.24	10.00
3	13.52	10.00
4	12.92	10.00
5	13.98	10.00
6	12.36	10.00
7	13.1	10.00
8	11.5	10.00
9	15.72	10.00
10	12.66	10.00
11	13.72	10.00
12	13.92	10.00
13	13.86	10.00
14	12.12	10.00
15	13.86	10.00
<b>Promedio</b>	<b>13.123</b>	<b>10.00</b>

a.- calculo de velocidad superficial y velocidad media

Vsuperficial = 0.714 m/s

Vmedia= 0.572 m/s

b.- area de la seccion del canal



A= 0.23 m<sup>2</sup>

c.- calculo de caudal

**Qi= 0.16422 m<sup>3</sup>/s**

Qi= 164.22 lts/s

**Qf= 0.13156 m<sup>3</sup>/s**

Qf= 131.56 lts/s

**METODO DEL VERTEDERO DE SECCION TRAPEZOIDAL**

**FORMULA:** 
$$Q = \frac{2}{3} \times \sqrt{2 \times g} \times l \times h^{3/2} \times u$$

- Q:** caudal (m3/s)
- L:** Ancho de la cresta (m)
- h:** carga del vertedero(m)
- g:** aceleracion gravitacional (9.81m/s2)
- u:** coeficiente de gasto
- u:** 0.6

<b>CALCULO DE CAUDAL DE ENTRADA</b>							
<b>fecha</b>	base del vertedero (B)	umbral del vertedero (w)	longitud de la cresta (L)	carga hidraulica	coheficiente de gasto(u)	caudal de ingreso	
UND	m	m	m	m		m3/s	l/s
sabado 20-11-21	0.60	0.25	0.65	0.118	0.6	0.051	51.00
domingo 21-11-21	0.60	0.25	0.65	0.119	0.6	0.052	52.00
sabado 11-12-21	0.60	0.25	0.65	0.121	0.6	0.053	53.00
domingo 12-12-21	0.60	0.25	0.65	0.134	0.6	0.062	62.00
sabado 22-01-22	0.60	0.25	0.65	0.138	0.6	0.064	64.00
domingo 23-01-22	0.60	0.25	0.65	0.14	0.6	0.066	66.00

<b>CALCULO DE CAUDAL DE SALIDA</b>							
<b>fecha</b>	base del vertedero (B)	umbral del vertedero (w)	longitud de la cresta (L)	carga hidraulica	coheficiente de gasto(u)	caudal de ingreso	
UND	m	m	m	m		m3/s	l/s
sabado 20-11-21	0.50	0.30	0.70	0.100	0.6	0.039	39.00
domingo 21-11-21	0.50	0.30	0.70	0.101	0.6	0.040	40.00
sabado 11-12-21	0.50	0.30	0.70	0.102	0.6	0.041	41.00
domingo 12-12-21	0.50	0.30	0.70	0.103	0.6	0.039	39.00
sabado 22-01-22	0.50	0.30	0.70	0.105	0.6	0.038	38.00
domingo 23-01-22	0.50	0.30	0.70	0.107	0.6	0.039	39.00

<b>CALCULO DE LA EFICIENCIA</b>			
fecha	caudal de ingreso (m3/s)	caudal de salida (m3/s)	Efc(%)
sabado 20-11-21	0.051	0.039	76.47%
domingo 21-11-21	0.052	0.04	76.92%
sabado 11-12-21	0.053	0.041	77.36%
domingo 12-12-21	0.062	0.039	62.90%
sabado 22-01-22	0.064	0.038	59.38%
domingo 23-01-22	0.066	0.039	59.09%
<b>promedio:</b>			68.69%

E.- cuarto objetivo específico: **REALIZAR DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA CAPTACIÓN Y EL CANAL.**

#### **DISEÑO GEOMÉTRICO DE CANAL ABIERTO:**

El tirante en m. = y  
Ancho en el fondo en m = b  
Área mojada en m<sup>2</sup> = A  
Perímetro mojado en m. = X= b/y  
Relación fondo – tirante = B = b+2zy  
Talud de escarpas = Z  
Borde libre en m. = B.L.  
Profundidad Total = H  
Ancho de corona en m. = C  
Tirante crítico = Yc  
Pendiente en m/m = S

#### **DISEÑO HIDRAULICO DEL CANAL ABIERTO:**

Según Manning:

Caudal o gasto en m<sup>3</sup>/s :  $Q = A \times R^{2/3} \times S^{1/2}/n$   
Velocidad media m/s:  $V = \frac{Q}{A} = \frac{1}{N} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$   
Coeficiente de rugosidad = n  
Pendiente hidráulica  $S = hf/L$

**CRITERIOS DE DISEÑO:** en general los factores a considerar en el diseño de canales son:

**Material:** material q se utilizará para el revestimiento

**Caudal de diseño (Q):**0.057

**Talud:** vinculado a características geotécnicas del terreno. Permite determinar la sección. Si tendrá paredes restas o inclinadas. Tipo de material (tierra suelta arenosa)

**borde libre:** altura adicional alas paredes, busca evitar el desborde y trabajen como resguardo

**Pendiente(S): 0.002:** está de acuerdo a la topografía del terreno

**Coefficiente de rugosidad (n):** 0.014 concreto;

**régimen de flujo:** SUBCRITICO

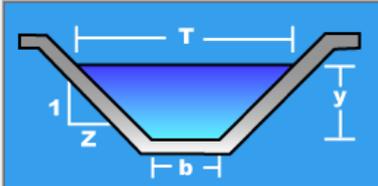
**velocidad mínima permisible:** se busca que el agua tenga la velocidad para llegar a la zona de riego.

Calculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	C.P PORTA CRUZ	Proyecto:	P.I
Tramo:	VARIABLE	Revestimiento:	CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	0.057	m3/s
Ancho de solera (b):	0.3	m
Talud (Z):	0.5	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.002	m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	0.1987	m	Perímetro (p):	0.7443	m
Area hidráulica (A):	0.0794	m2	Radio hidráulico (R):	0.1066	m
Espejo de agua (T):	0.4987	m	Velocidad (v):	0.7182	m/s
Número de Froude (F):	0.5749		Energía específica (E):	0.2250	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calculador, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos 14:13 17/03/2022

Fuente: Elaboración propia.

## DISEÑO DE ESPESOR DEL CANAL TRAPEZOIDAL

### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ-AYACUCHO, 2021”

#### Solicitaciones:

1. Por flexión
2. Por cortante

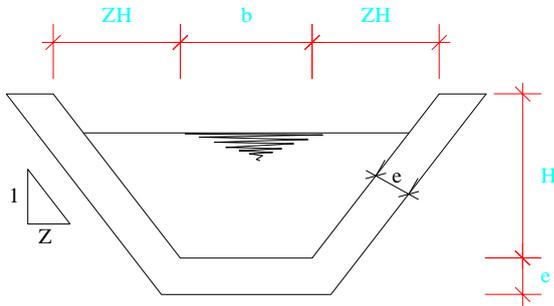
El diseño se realiza para un canal en condiciones críticas siendo esto cuando está vacío, antuando las fuerzas de empuje producidas por el terreno y el agua.

#### Datos:

Altura del canal,	H	0.30 m
Talud del canal.	Z	0.50 m
Espesor de la losa.	e	0.120 m
Peso específico del concreto	Pc	2400.0 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico natural del suelo.	Ps	1672.0 kg/m <sup>3</sup>
Angulo de fricción, °	ø	30.00
Capacidad portante del terreno.	Tt	10.3 Tn/m <sup>2</sup>
Coefficiente de fricción entre concreto y suelo	u	0.50
Peso específico del agua.	Pa	1000.0 kg/m <sup>3</sup>
Angulo de inclinación de talud del canal, °	&	27.00
Resistencia del concreto.	f'c	175.0 kg/cm <sup>2</sup>
Base del canal.	b	0.30 cm

#### Cálculo del coeficiente de empuje

$$\text{Coeficiente de empuje } K_a = \text{Tg} (45^\circ - \text{ø}/2) \quad K_a = 0.333$$



#### Cálculo de las fuerzas y momento de volteo

Condición crítica en que el canal esté vacío y con empuje hidrostático

Fuerza por empuje del terreno $F = 0.50 * K_a * P_s * H^2 * \text{sen } \&$	<b>F1 =</b>	11.39
Fuerza por empuje hidrostático $F = 0.50 * P_a * H^2$	<b>F2 =</b>	45.00
Fuerzas perpendiculares a la losa $F = F1 + F2$	<b>F =</b>	56.39

FUERZAS FV		BRAZO	MOMENTO MV
F1 =	11.39	0.100	0.73
F2 =	45.00	0.064	4.50
	<b>56.39</b>	<b>TOTALES</b>	<b>5.23</b>

### Cálculo de las fuerzas verticales y momento resistente

Peso de la losa =  $(H / \text{sen } \alpha * e) * P_c$  Para un metro lineal de losa

Peso de la losa = 190.31

Fuerzas		Brazo	Momento
P	190.31	0.30	56.52
<b>Fy =</b>	<b>190.31</b>	<b>Mr =</b>	<b>56.52</b>

### Verificación del espesor por esfuerzo flexo compresión

$f_c = 0.45 * f'c = 0.45 * 140 = 78.75 \text{ kg/cm}^2$

$e = 6 * M_v / (b * f_c)^{1/2} = 11.53 \text{ cm}$

### Verificación del espesor por esfuerzo cortante

$v_c = 0.35 * (f'c)^{1/2} = 4.63 \text{ kg/cm}^2$

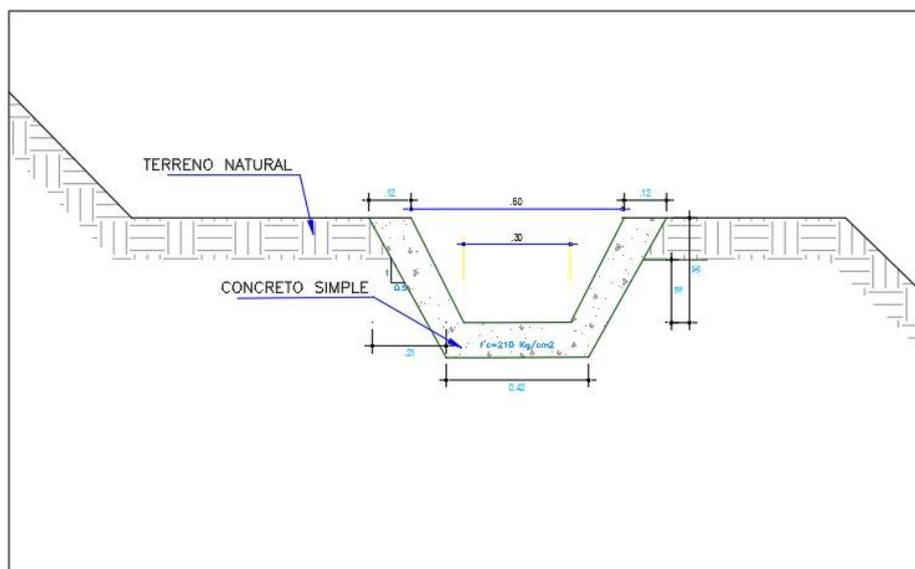
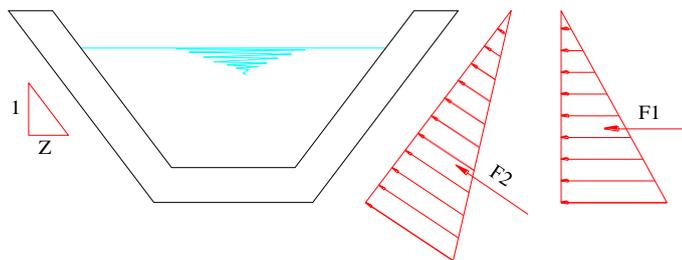
$(3 * F_v / (2 * b * v_c)) = 60.89 \text{ cm}$

### Conclusión

El espesor asumido de 0,135 m. es correcto porque:

11.53 < 12.00 cm

¡¡OK!!



DISEÑO DE LA BOCATOMA LATERAL

DATOS :

Qcaptado = 0.05755 m<sup>3</sup>/s  
 Qmáximo = 11.800 m<sup>3</sup>/s

ANCHO DE ENCAUZAMIENTO SEGUN BLENCH

$$B = 1.81 * \left[ \frac{FB}{FS} \right]^{0.5} Q$$

Siendo

FB = Factor de Fondo (material grueso = 1.2)  
 FS = Factor de orilla (material Arena = 0.1)  
 Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

Q m <sup>3</sup> /s	FB	FS	B m
11.80	1.2	0.1	21.54

ANCHO DE ENCAUZAMIENTO SEGUN PETIT

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

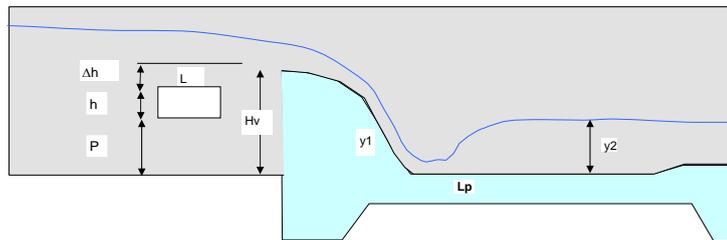
Siendo :

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

Q m <sup>3</sup> /s	B m
11.80	8.42

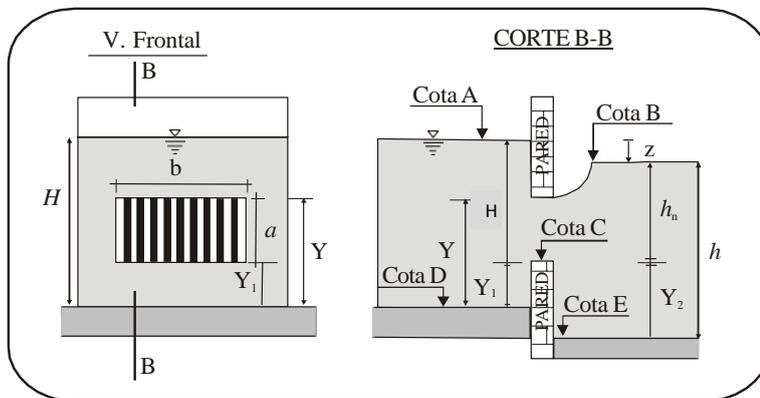
Asumir ancho de Encauzamiento 14.98 m  
 15 m

CALCULO DE ELEVACIONES EN EL BARRAJE Y TOMA DE CAPTACION



## DISEÑO DE LA VENTANA DE ENTRADA

### REJA O VENTANA DE CAPTACIÓN



DONDE :

- H** = Carga de Agua Sobre la Cresta. del vertedero.
- Y1** = Elevación de la Cresta Sobre el Fondo Aguas Arriba.
- Y2** = Elevación de la Cresta Sobre el Fondo Aguas Abajo.
- Z** = Diferencia de elevación de la Superficie de Agua Arriba y Aguas Abajo(Perdida de Carga).
- h<sub>n</sub>** = Elevación del Agua bajo el Vertedero sobre la cresta Aguas abajo.
- h** = Tirante Normal del Canal Aduptor o Tirante del desripiador.
- K** = Coeficiente de Correccion a la contraccion lateral debido a la ubicación de loa barrotos.
- Db** = Distanciamiento de Barrotos, Como Minimo 0,20m.
- Q** = Caudal a captarce por la ventana. m<sup>3</sup>/sg.
- Ab** = Ancho de Barrotos del Mercado, Normal es de 0,10 m.
- Vec** = Velocidad de Entrada al canal. m/sg

INGRESE DATOS DE ACUERDO AL GRAFICO:

Cota A = 10.20 m  
Cota B = 10.10 m  
Cota C = 9.20 m  
Cota D = 8.20 m  
Cota E = 8.20 m

Q = 0.05755 m<sup>3</sup>/sg  
Db = 0.200 CUMPLE  
Ab = 0.100 m  
Vec = 0.450 m/sg  
Gravedad = 9.810 m/sg  
K = 0.850

Y1 = 1.00  
H = 1.00  
Z = 0.10  
Y2 = 1.00  
hn = 0.90  
h = 1.90 = 1.90 CONFORME

1,- Hallando Factor (M)

KONOVALOF

M = 2.038

BAZIN

M = 2.056

2,- Para considerar sumergido el vertedero debe de cumplir las siguientes condiciones:

A.- h > Y2  
1.90 > 1.00 CUMPLE Y EXISTE SUMERSION  
B,- Z/Y2 < 0.70  
0.10 < 0.70 CUMPLE Y EXISTE SUMERSION

3,- Existe Sumerción, hallamos factor (S).

S = 0.3996

4,- Cálculo (b) sin barros.

b = 0.08 m = 0.08

5,- Número de Espacios de la Ventana (Ne)

Ne = 0.41

0.40 Espacios tendra nuestro diseño.

6,- Número de Barros (Nb)

Nb = 0.21

7,- Espacio Total de Barros (Eb).

Eb = Nb \* Ab

Eb = 0.02

8,- Ancho Total de la Ventana de Captación (B).

B = 0.8 m.



## DISEÑO DE DESARENADOR DE SECCION RECTANGULAR

### DATOS:

Caudal de conducción (Q)

Altura del canal de ingreso (h)

Tirante del agua en el canal de ingreso (Y)

Ancho de sección del canal de ingreso (b)

Angulo de divergencia de transición ( $\beta$ )

Velocidad longitudinal en el desarenador (V)

Diámetro mín. de las partículas a decantar ( $\emptyset$ )

Ancho desarenador en relación altura de agua B =

Coficiente de seguridad ( C )

### CÁLCULOS:

La altura de aguas (H) en el desarenador d  
el caudal (Q) y el ancho ( B ) del de  
ecuación de continuidad  $Q = V \cdot B \cdot H$

Luego, el ancho del desa

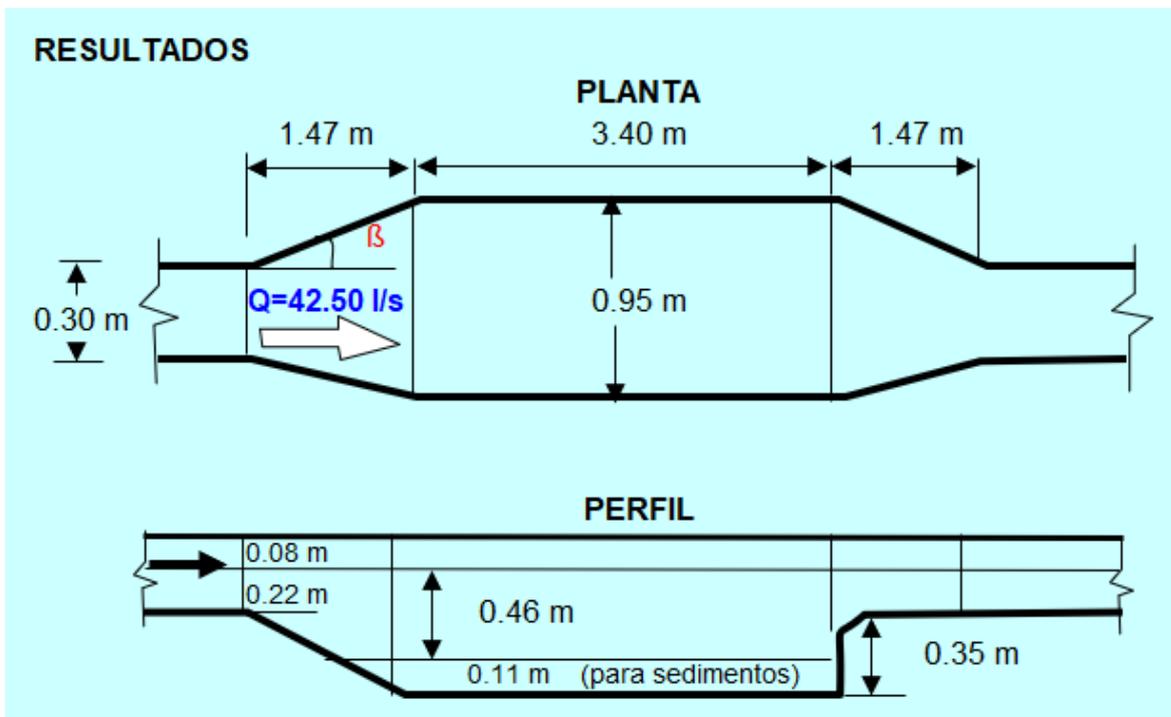
La velocidad de decanta

según el dato experi

Según la ecuació

el componen

siguiente



**DISEÑO HIDRÁULICO - CANOA L=5.0M**  
**DATOS CONSIDERADOS (HIDRÁULICOS Y TOPOGRÁFICOS)**

TIPO DE CANOA	V	LONGITUD =	5.0	m
Caudal de diseño	Q =	0.05	m <sup>3</sup> /seg	
Base del canal	b =	0.40	m	
Talud del Canal	Z =	0.00		
Coefficiente de Manning	n =	0.035		
Pendiente	S =	0.060		

**CALCULOS CONSIDERADOS**

Usando la formulade Manning

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

Despejando en funcion del area y el perimetro tendremos:

$$C = \left( \frac{Q \cdot n}{S^{1/2}} \right)^3 = \frac{(b \cdot y)^5}{(b + 2y)^2}$$

Resolviendo por tanteos tendremos:

y	f(y)	y	f(y)
0.17000	0.000003	0.370000	0.000055
0.19000	0.000004	0.390000	0.000066
0.21000	0.000006	<b>0.410000</b>	<b>0.000080</b>
0.23000	0.000009	0.430000	0.000095
0.25000	0.000012	0.450000	0.000112
0.27000	0.000017	0.470000	0.000131
0.29000	0.000022	0.490000	0.000152
0.31000	0.000028	0.510000	0.000175
0.33000	0.000036	0.530000	0.000201
0.35000	0.000044	0.550000	0.000229
0.37000	0.000055	0.570000	0.000260

Constante de igualdad  
**C = 0.000000**

**RESULTADOS**

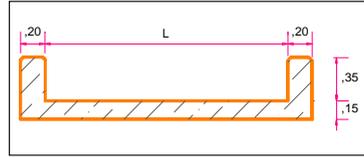
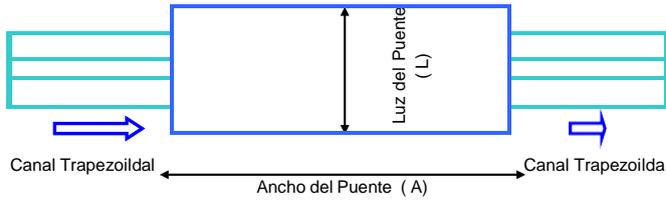
Ancho de la canoa (Espejo de agua)	b =	0.400 m
Tirante del flujo	y =	0.410 m
Area hidraulica	A =	0.164 m <sup>2</sup>
Perimetro mojado	P =	1.220 m
Radio Hidráulico	R =	0.134 m
Espejo del agua	T =	0.400 m
Altura total de la canoa	H =	0.547
	<b>H diseño =</b>	<b>0.600</b>
Bordo Libre	fb =	0.137 m
Velocidad de flujo	v =	0.274 m/s
Numero de Froude	Fr =	0.137
Tipo de flujo		Subcrítico
Energia Especifica	E =	0.414 m-kg/kg

LAS DIRECCIONES DE LAS ALETAS SE VEN EN LOS PLANOS TOPOGRAFICOS ADJUNTOS

**DISEÑO LOSA DE ALCANTARILLA L=5.0m**

**DISEÑO POR ESFUERZO DE TRABAJO**

**ESQUEMA**



**CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL CR**

LUZ ( L ) **20.0** Ancho Mayor del Canal de Riego  
 ANCHO (A) **5.0** Ancho de la calzada o del cruce

(\*) Si ( L ) es < de 10 se recomienda diseñar un tipo de puente tipo losa

**CUADRO DE DIMENSIONAMIENTO DE LA PASARELA**

L =	20.00 m
d	0.20 m
Fy	4,200 kg/cm <sup>2</sup>
fc	210 kg/cm <sup>2</sup>
b =	100 cm

**DISEÑO ESTRUCTURAL**

**A.- PREDIMENSIONAMIENTO**

Considerando que el puente se encuentra simplemente apoyado, entonces el peralte de la losa se puede considerar:

$H = 1/15 \times LUZ$       1.33 m

Consideraremos 0.15 m de peralte      **0.20 m** OK

**1. METRADO DE CARGA POR PESO PROPIO : ( Tomando 1 m x 1 m del tablero del puente)**

**1.- Peso unitario del Concreto Armado**

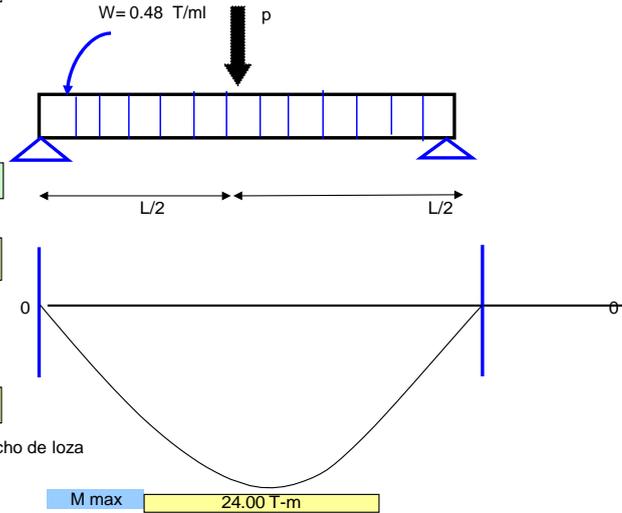
Peso específico = 2400 kg/cm<sup>3</sup> = **2.40 T/m<sup>3</sup>**

**carga muerta**  
 D =  $2.4 \text{ T/M}^3 \times (1 \text{ m}) \times (0.15) \times (1 \text{ m de long})$       **0.48 T/ml**

**2.-Momento maximo peso propio ( MD)**

$M \text{ max} = 1/8 \times$       **24.00 T-m**

Momento maximo por peso propio por 1 metro de ancho de losa

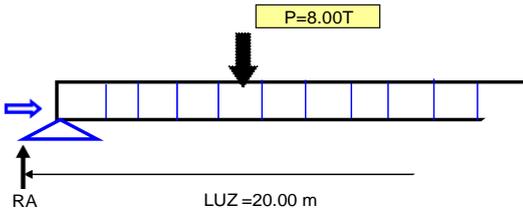


## 2.- ANALISIS DE SOBRECARG

\* Por tratarse de una estructura de puente alcantarilla transitable se considerar una sobrecarga de :

8 Toneladas **	8.00T
----------------	-------

\*\*Considerando un rodillo de 8 Tn al compactado



### A Reacciones

Como la carga puntual esta ubicado en el centro de la luz

$RA = RB = P/2$	4.00 T
-----------------	--------

### B Fuerza Cortante Maxima

$V \max = P/2$	4.00 T
----------------	--------

### C Momento Flector Maximo

\* Momento Maxim  $M \maximo = P \times L / 4$

\* El momento negativo teoricamente es igual = 0,

\* Momento Negativa  $M (-) =$

### MOMENTO DEBIDO AL IMPACTO

Según el Reglan

\* MET

### D DISEÑO " PO

Tenemo  
la sum

## E CALCULO Y CHEQUEO DEL PERALTE ( d )

### VERIFICACION DEL PERALTE

\* **Momento Resistente o de Diseño**

$$Mu = Ku \times fc \times bd^2$$

Donde

Mu Momento ultimo resistente  
ku factor adimensional tabla  
fc Resistencia del concreto a la compresion  
b base de la loza (100 cm, de analisis)  
d peralte efectivo de la loza

\* **De donde**

$b \times d^2 = Mu / ( Ku \times fc)$	293270.28 cm <sup>3</sup>
---------------------------------------	------------------------------

## F CHEQUEO DEL PERALTE

Calculo del Acero

Calculo de la cuantia balanceada

$$\rho_b = \frac{\beta * 0.85 * f_c * (6000)}{f_y * 6000 + f_y} \quad 0.021$$

$$A_s = \frac{M_{max}}{\phi * f_y * 0.9 * d} \quad 211.444 \text{ cm}^2$$

Calculo de la cuantia

$$\rho = \frac{A_s}{b * d} \quad 0.1057221$$

Verificacion por Cuantia

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b \quad 0.016$$

Entonces

$$\rho_{m} > \rho \quad \text{Se acepta el Prediseño}$$

## V. DISCUSION

a.- conforme al estudio de suelos realizado con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico y conocer la característica físico-mecánico del suelo se realizo 8 calicatas siendo clasificados por SUCS Y AASTHO. como resultado predomina: arena arcillosa con grava, contenido de humedad(%w) 18.14%, limite líquido (LL) 34, limite plástico (LP) 19 y índice plástico (IP) 15 de igual manera FIESTAS Y SEGURA del estudio de suelos obtuvo como resultado predominante arena arcillosa con grava, cuya humedad promedio fue de 8.46% mediante la clasificación SUCS Y AASTHO.

b.- referente al estudio hidrológico cuya finalidad es determinar el caudal de máxima avenida, de determino mediante el modelo de LUZT SCHOLZ para el cual se conto con la información requerida como: precipitación total mensual, temperatura máxima media mensual, temperatura media mensual, y precipitación media areal de la cuenta, dando como resultado un caudal de máxima avenida 99.14m<sup>3</sup>/s para la sub cuenca del rio cachi, de igual manera el tesista GUEVARA analizo un historial de la estación doña ANA de 20 años, teniendo como dato las precipitaciones máximas con un caudal máximo de 72.9 m<sup>3</sup>/s.

c.- referente al diseño hidrológico se diseñó un canal de sección trapezoidal, una obra de captación bocatoma tipo lateral con su ventana de captación y obras de arte (canao, alcantarilla). Cuyo pendiente promedio es de 8.15%. de igual manera el tesista FIESTAS Y SEGURA, plantean el diseño geométrico del canal de sección trapezoidal, así como el diseño de bocatoma y obras de arte, cuyo trazo para el canal de riego presenta dos pendientes, para primer tramo una pendiente de 9% y segundo tramo de 7.3%.

d.-referente a la medición de caudal se realizó midiendo tanto el caudal de ingreso y salida mediante el método flotador y vertedero hidráulico con una eficiencia promedio de 66.78%. del mismo modo el tesista GOICOCHEA, midió el caudal inicio y final de un canal de riego de 1km mediante el método flotador y vertedero hidráulico con una eficiencia de 91.40%.

## VI. CONCLUSIONES

a.- OG: El diseño hidráulico tanto de las obras de captación(bocatoma) y conducción (canal de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ) influirá de manera tal que la eficiencia de conducción mejore, donde el promedio de la eficiencia calculada es de 66.78%, siendo regular. Se busca una eficiencia buena superior al 90%, que capte un caudal de  $0.05\text{m}^3/\text{s}$  y esta satisfaga un área de 57.50hectareas.

b.- **OE1:** una vez identificado el área de estudio se realizó el **diagnostico situacional** siendo esta un canal de riego no revestido cuya eficiencia de riego se ve afectada por un canal deteriorado a simple vista con presencia de maleza, compuertas rusticas, sedimentos colmatados, falta de mantenimiento, etc. Asimismo, del **estudio topográfico** realizado se obtuvo un terreno con relieves variados cuyo PENDIENTE promedio es de 8.15%, y del **estudio de suelos** realizado se obtuvo un suelo predominante como es ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC), CONTENIDO DE HUMEDAD promedio de 21.84%(w), LIMITE LIQUIDO (LL) promedio de 40 LIMITE PLASTICO (LP) promedio de 24 INDICE PLASTICO (IP) promedio de 16. Y cuya capacidad portante fue de  $1.05\text{kg/cm}^2$ .

c.- **OE2:** del **estudio hidrológico** realizado se identificó la sub cuenca del rio cachi, cuya área de estudio es de  $1797.9\text{ km}^2$ , siendo una fuente de información la estación meteorológica de Ayacucho el cual permite contar con datos como la precipitación mensual, temperatura media mensual, la humedad relativa, los cuales mediante el análisis de datos y la aplicación de la estadística se determinará la consistencia de estos datos, cuyo método es denominado análisis de doble masa.

Asimismo, mediante el método DE LUTZ SCHOLZ se determinó que el caudal de estiaje de  $2\text{m}^3/\text{s}$ . disponibilidad hídrica de  $0.0425\text{m}^3/\text{s}$  provenientes y lluvias y lloviznas, haciendo una evaluación de las cédulas de cultivo obtuvo un caudal de uso y demanda es de  $0.057\text{m}^3/\text{s}$  la cual busca satisfacer un área de cultivo de 57.50hectareas.

d.- OE3: para la medición del caudal dentro del canal de riego el cual consta de 2.50km, se realizó mediante el método flotador cuyo  $Q_i=0.04\text{m}^3/\text{s}$ ,  $Q_f=0.01\text{m}^3/\text{s}$ ;

asimismo mediante el método del vertedero de sección trapezoidal se determino un caudal de ingreso de 0.045 m<sup>3</sup>/s y un caudal de salida de 0.031m<sup>3</sup>/s.

e.- OE4: se diseñó una canal de sección trapezoidal cura resistencia es de 175 kg/cm<sup>2</sup>, el cual transportara un caudal de 0.057m<sup>3</sup>/s, altura (h) de 0.30m; talud (z) de 0.50m espesor de losa(e) 0.12m, asimismo se diseñó para una bocatoma de tipo lateral la cual captara un caudal de 0.057m<sup>3</sup>/s con su respectiva ventana de captación cuyo ancho es de 0.80 x 0.15 de alto. Dentro del diseño se considero las obras de arte como: canoa L=5m alcantarilla (5.0m x 20.0) ancho y luz respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

**a.-** Se recomienda la visita al campo para el reconocimiento del área del proyecto de investigación, con la finalidad de observar a simple vista el perfil del terreno y poder visualizar lo que se piensa realizar dentro del plan de investigación y recopilar información que sumara a la hora de procesar con información consistentes.

**b.-** Se recomienda a aquellos tesisistas que sigan el campo de la ingeniería hidráulica relacionados al diseño de obras de captación y conducción, contar con la información necesaria para el estudio hidrológico, ya que no siempre se contara con una estación cuyos datos sean consistentes, o estén en funcionamiento y sea de fácil obtención dichas informaciones.

**c.-** Se recomienda a aquellos tesisistas que sigan el campo de la ingeniería hidráulica relacionados al diseño de obras de captación y conducción, considerar un tramo con mayor pendiente para su respectiva evaluación, sabiendo que el terreno jamás presentara un pendiente uniforme.

**d.-** se recomienda realizar un buen levantamiento topográfico recorriendo todo el tramo en estudio, así como la observación para proponer las obras de arte que sean necesarias a lo largo del tramo en estudio, ya que estos permiten salvar pendientes.

## REFERENCIAS

**GARCIA MARTIN, ANTONIO , ROSIQUE CAMPOY, MANUEL F y SEGADO VAZQUEZ, FRANCISCO E. 1994.** *TOPOGRAFIA BASICA PARA INGENIEROS.* MURCIA : MUECIA: SERVICIO DE PUBLICACIONES, 1994.

**AGUA, AUTORIDAD NACIONAL DEL. 2010.** *MANUAL: CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS .* LIMA : s.n., 2010.

**Alvarez, Patricia Fiorela Paredes. 2019.** Diseño del mejoramiento del canal de riego Laguna Viva, caserío Yamobamba, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión - La Libertad. TRUJILLO-PERU : s.n., 2019.

**Anselm , Strauss y Corbin, Juliet . 1998.** Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Antioquia : Editorial Universidad de Antioquia , 1998.

**BEHAR, D.S. 2008.** *Metodología de la Investigación.* s.l. : Ediciones Shalon, 2008.

**CABRERA, JAMBER JULON. 2019.** DISEÑO DE LA BOCATOMA Y CANAL DE DERIVACIÓN DE PUEBLO ESCONDIDO, SECTOR MARRIPÓN, DISTRITO DE MOTUPE, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017. CHICLAYO-PERU : s.n., 2019.

**CRUZ, FANNY DOMINGUEZ. 2011.** SCRIBD. [En línea] 16 de 07 de 2011. [Citado el: 06 de 04 de 2022.] [https://es.scribd.com/doc/60130398/Criterios-de-Inclusion-y-Exclusion.](https://es.scribd.com/doc/60130398/Criterios-de-Inclusion-y-Exclusion)

*DEFINICIONES DE LOS ENFOQUES CUANTITATIVO Y CUALITATIVO, SUS SIMILITUDES Y DIFERENCIAS.* **Hernández Sampieri, Roberto , Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar . 2014.** pp.2-21., MEXICO : McGraw Hill Education, 2014, Vol. 6T0.

**Fiestas Carbonell, Elber Manuel Y y Segura Huaccha,, Hernán Orlando. 2020.** Diseño de un canal de riego para el Caserío Acequia Alta, Distrito de Cascas, Provincia Gran Chimú, Región La Libertad. TRUJILLO-PERU : s.n., 2020.

**French, Richard H. 1988.** *HIDRAULICA DE CANALES ABIERTOS* . Mexico : Programas Educativos, S.A. , 1988.

**Guevara Mejía, Elmer. 2021.** Diseño del canal de riego doña Ana A, Centro Poblado Campamento, distrito de Chota, Cajamarca. CHICLAYO-PERU : s.n., 2021.

**IDALGO, ISABEL VASQUEZ. 2016.** TIPOS DE ESTUDIO Y METODOS DE INVESTIGACION. [En línea] SKIA/PDFm51, 20 de 06 de 2016. [Citado el: 01 de 04 de 2022.] <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>.

**JÁUREGUI, BRUNO GABRIEL JÁUREGUI. 2019.** DISEÑO HIDRAULICO DE UNA BOCATOMA EN EL RÍO MAYOBAMBA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE IRRIGACION CCECCA, ISHUA Y HUAYCAHUACHO. LIMA-PERU : s.n., 2019.

**LOPEZ, PEDRO LUIS. 2004.** SCIELO. *SCIELO*. [En línea] 09 de NOVIEMBRE de 2004. [Citado el: 06 de ABRIL de 2022.] [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012).

**Maribel, Yungán Pintag Abigail. 2019.** Determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal. *Determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal*. Ecuador : s.n., 2019.

**MINAGRI, Ministerio de Agricultura y Riego -. 2010.** Decreto Supremo N° 001-2010-AG .- Reglamento de la Ley de Recursos Hidricos (Ley N° 29338). Lima : s.n., 2010.

**QUINTERO, WILLIAM MARTIN BALTODANO y ÑURINDA, SHEILA DEL SOCORRO MORALES. 2015.** Metodología De La Investigación. *DISEÑO*

*HIDRÁULICO DE UN CANAL DE 1KM DE LONGITUD QUE COMPRENDE PARTE DE LA ZONA 2, 5, 6 y 11 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DE MARZO A JULIO DE 2015.* NICARAGUA : s.n., 2015.

**REPÚBLICA, EL PRESIDENTE DEL CONGRESO DE LA. 2005.** LEY GENERAL DEL AMBIENTE. LIMA-PERU : s.n., 2005.

**RUIZ, PEDRO RODRIGUEZ. 2008.** *HIDRAULICA DE CANALES.* MEXICO : s.n., 2008.

**Taípe, Cayo Leonidas Ramos. 2014.** *DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS I.* Lima : José Carlos Vilcapoma , 2014.

**Tello Sánchez, Pedro Andrés y Sánchez Ayala, Franco Enrique. 2020.** Estudio hidrológico y diseño hidráulico de obras de captación y conducción para la implementación de un nuevo sistema de riego en una tierra de cultivo para palta en el distrito de Luricocha de la provincia de Huanta – departamento de Ayacucho . AYACUCHO-PERU : s.n., 2020.

**Villanueva, Nahún Hamed García. 2016.** *Hidráulica de canales Principios básicos.* Mexico : Fátima Sánchez Bonilla, 2016.

**ÑAUPAS, H., y otros. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Bogotá : Edeiciones de la U, 2014.

**QUISPE ENRIQUEZ, Omar Christian. 2020.** *EVALUACIÓN DE CONFIABILIDAD DEL DRONE PHANTOM 4 PRO V2.0 PARA CALCULAR EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN AV. MIRAFLORES DEL DISTRITO DE COMAS, LIMA - 2020.* Lima : UNP, 2020.

**RAMIREZ CASTRO, Brian Steve. 2017.** *CÁLCULO DEL IRI MEDIANTE ACELERÓMETRO DE SMARTPHONE EN EL TRAMO HUARMEY – CASMA DE LA CARRETERA PANAMERICANA NORTE.* Lima : PUCP, 2017.

**RANA, Shohel y Asaduzzaman. 2021.** *Vibration based pavement roughness monitoring system using vehicle dynamics and smartphone with estimated vehicle parameters.* Dhaka : ScienceDirect, 2021.

**SARABIA QUISPE, Wilber. 2021.** *Evaluación de fallas superficiales del Pavimento Flexible por el método PCI y empleo del Dron, Carretera Covadonga – Mollepata, Ayacucho 2021.* Lima : UCV, 2021.

**VENTURA FERNÁNDEZ, Ehlers Zhamild. 2020.** *Evaluación superficial del pavimento flexible con el Método PCI mediante la fotogrametría aérea en la Circunvalación Este, Huanta-Ayacucho-2019.* Lima : UCV, 2020.

**GOMEZ, S. 2012.** *Metodología De La Investigación.* Mexico : s.n., 2012.

**HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. 2014.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : Mc Graw Hill Education, 2014. Sexta Edic..

**HU, Fei. 2015.** *Road profile recovery using vertical acceleration data.* Canada : University of Windsor, 2015.

**KOGBARA, Reginald, y otros. 2018.** *Relating surface texture parameters from close range photogrammetry to Grip-Tester pavement friction measurementS.* s.l. : ScienceDirect, 2018.

**MOYANO RAYGADA, María Pía. 2020.** *Procedimiento para determinar el Índice de Rugosidad Internacional con una aplicación móvil en Piura.* Piura : Universidad de Piura, 2020.

**CORDOVA CARHUAPOMA, Richard.** *Mejoramiento del Sistema Hidráulico de Riego del Caserío de Mossa-Distrito Santa Catalina de Mossa Provincia de Morropón-Piura-Perú. Trabajo de titulación (Ingeniero Agrícola ).* Universidad Nacional de Piura. 2015.

**TORRES SANCHEZ, Jeimy.** *Diseño Hidráulico y Modelamiento en HECRAS del Canal de Concreto y de Obras de Arte del Proyecto Carpintero – Tramo Km 0+000*

al Km 5+000. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil ). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2017

**CHICLOTE AQUINO, Oscar.** Evaluación de la Eficiencia de Conducción del Canal de Riego el Progreso Mayanal – Jaén – Cajamarca, Tramo: km, 00+000 -01+000. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil ). Universidad Nacional de Cajamarca. 2017

**SPIR, Jan & MORALES, Leiva.** Evaluación de Fenómenos Hidráulicos en el Canal Chaquin del Sistema de Riego del Valle de Viru Primer Tramo. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil ).Universidad Privada Antenor Orrego. 2015

**AREDO, Antonio & VALVERDE, Armando.** Mejoramiento y Rehabilitación del canal de Regadío Carabamba Margen Izquierda, Distrito de 93 Carabamba, Provincia de Julcán, Región La Libertad. Trabajo de titulación (Ingeniero Agrícola ). Universidad Nacional de Trujillo. 2016

**DIAZ, Carlos & PRETEL, Edwin.** Diseño Hidráulico y Agronómico para un sistema de Riego Tecnificado del Sector la Arenita, Distrito Paján Chicama. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil ). Universidad Privada Antenor Orrego. 2014

**ANGARITA ARIAS, Liliana Fernanda y SÁNCHEZ ARCHILA, Juan Carlos. 2017.** comparación del índice de rugosidad internacional (iri) a partir de información obtenida por métodos fotogramétricos. bogotá : universidad distrital francisco José de caldas, 2017.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 Matriz de consistencia

TITULO: "Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021"									
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOSITESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS		
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo General:</b>	<b>Hipótesis General:</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	Diseño hidráulico de obras de captación y conducción.	Diagnostico situacional y estudios basicos	levantamiento arquitectonico del canal existente	-Fichas de recolección de datos		
¿Cómo influye el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?	Determinar la influencia del diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021.	El diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021.				Estudio Hidrológicos	Topografía	-libreta de campo	
							mecánica de suelos	-se realizará fichas que proporcionen datos que garanticen la validación y confiabilidad de datos.	
							Datos Meteorológicos		
				Cedula de cultivo					
<b>Problema Especifico:</b>	<b>Objetivo Especifico:</b>	<b>Hipótesis Especifico:</b>	<b>DEPENDIENTE</b>	Mejorar la Eficiencia del canal de riego	Medicion de caudal	metodo del flotador	-Fichas de recolección de datos		
¿Cómo influye el diagnostico situacional y estudios basicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?	realizar diagnostico situacional y estudios basicos en el canal de riego.	el diagnostico situacional y estudios basicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021							
¿Cómo influye los estudios hidrologicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?	realizar estudios hidrologicos	los estudios hidrologicos en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021				metodo volumetrico	-Fichas de recolección de datos		
¿Cómo influye la medicion del caudal de obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?	realizar medicion del caudal	realizar la medicion del caudal en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021						vertederos hidraulicos	-Fichas de recolección de datos
¿Cómo influye el diseño geometrico y estructural de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021?	realizar diseño geometrico y estructural de la captacion y el canal	el diseño geometrico y estructural en el Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción influye para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021	diseño geometrico y estructural de la captacion y el canal	-Fichas de recolección de datos					
					seccion				
					pendiente				
			rugosidad	-Fichas de recolección de datos					
			Obras de arte en canal de riego						

**Anexo 2: Matriz de consistencia**

TITULO: “Diseño Hidráulico de Obras de Captación y Conducción para Mejorar la Eficiencia del Canal de Riego, Porta Cruz- Ayacucho, 2021”

VARIABLE DE INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
<b>INDEPENDIENTE:</b> Diseño hidráulico de obras de captación y conducción.	El diseño hidráulico consiste en realizar el dimensionamiento y la forma geométrica del canal en función al caudal que transporta de acuerdo a la demanda de agua requerida por el sistema de riego. (Guzmán. 2013).	Mediante el análisis del diagnóstico situacional, estudios básicos y estudio hidrológicos se estimará el caudal requerido y con este elaborar el diseño hidráulico permitiendo de esta manera un diseño estructural de las obras de arte.	Diagnostico situacional y estudios basicos	Contexto social	Nominal	<b>Tipo de investigacion</b>
				Topografía y mecánica de suelos	Razón	descriptivo no experimental
			Estudio Hidrológicos	Datos Meteorológicos	Razón	<b>nivel de investigacion</b>
				Cedula de cultivo	Razón	explicativo
			diseño geometrico y estructural	seccion	Razón	<b>enfoque:</b>
				pendiente	Razón	cuantitativo
				rugosidad	Razón	<b>diseño de investigacion</b>
				Obras de arte en canal de riego	Razón	cuasi experimental
<b>DEPENDIENTE:</b> Mejorar la Eficiencia del canal de riego	La eficiencia permite evaluar la perdida de agua en el canal principal desde la Bocatoma hasta el punto final del canal principal (Manrique, M. 2016).	La eficiencia del canal está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra al canal y la cantidad de agua que sale del canal.	Medicion de caudal	metodo del flotador	Razón	<b>poblacion</b>
				vertederos hidraulicos	Razón	canal de riego del centro poblado de porta cruz
						<b>muestreo</b>
						principio de selección del tesista
						<b>muestra</b>
						canal de riego 2.5km

## PANEL FOTOGRAFICO



FOTO 01: Recurso hídrico disponible



FOTO 02: Bocatoma artesanal



FOTO 03: Canal natural sin sección



FOTO 04: Canal cuya velocidad permite el asentamiento



FOTO 05: Canal con presencia de malezas



FOTO 06: Canal con asentamiento de material



FOTO 07: Levantamiento topográfico

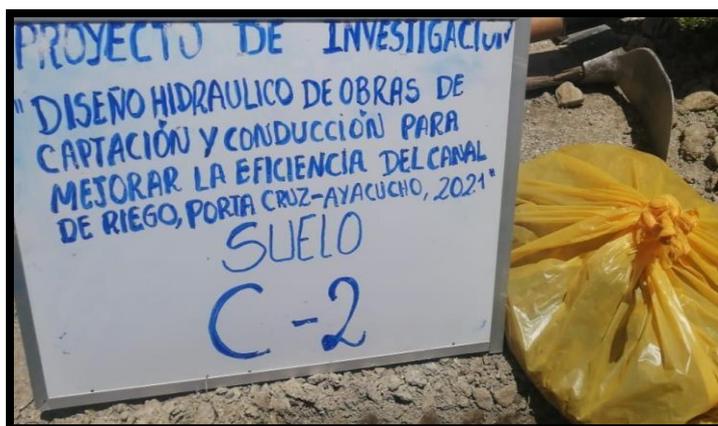


FOTO 08: Extracción de suelo



FOTO 09: Estudio de suelo en laboratorio

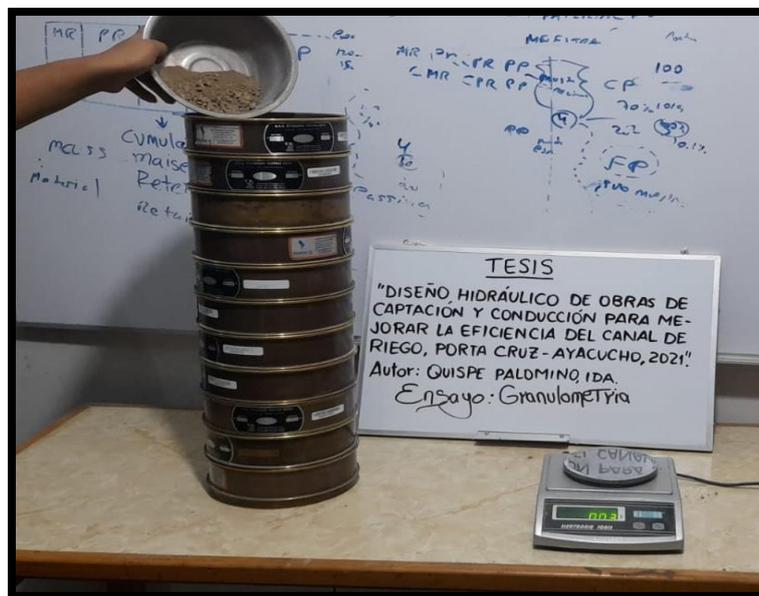
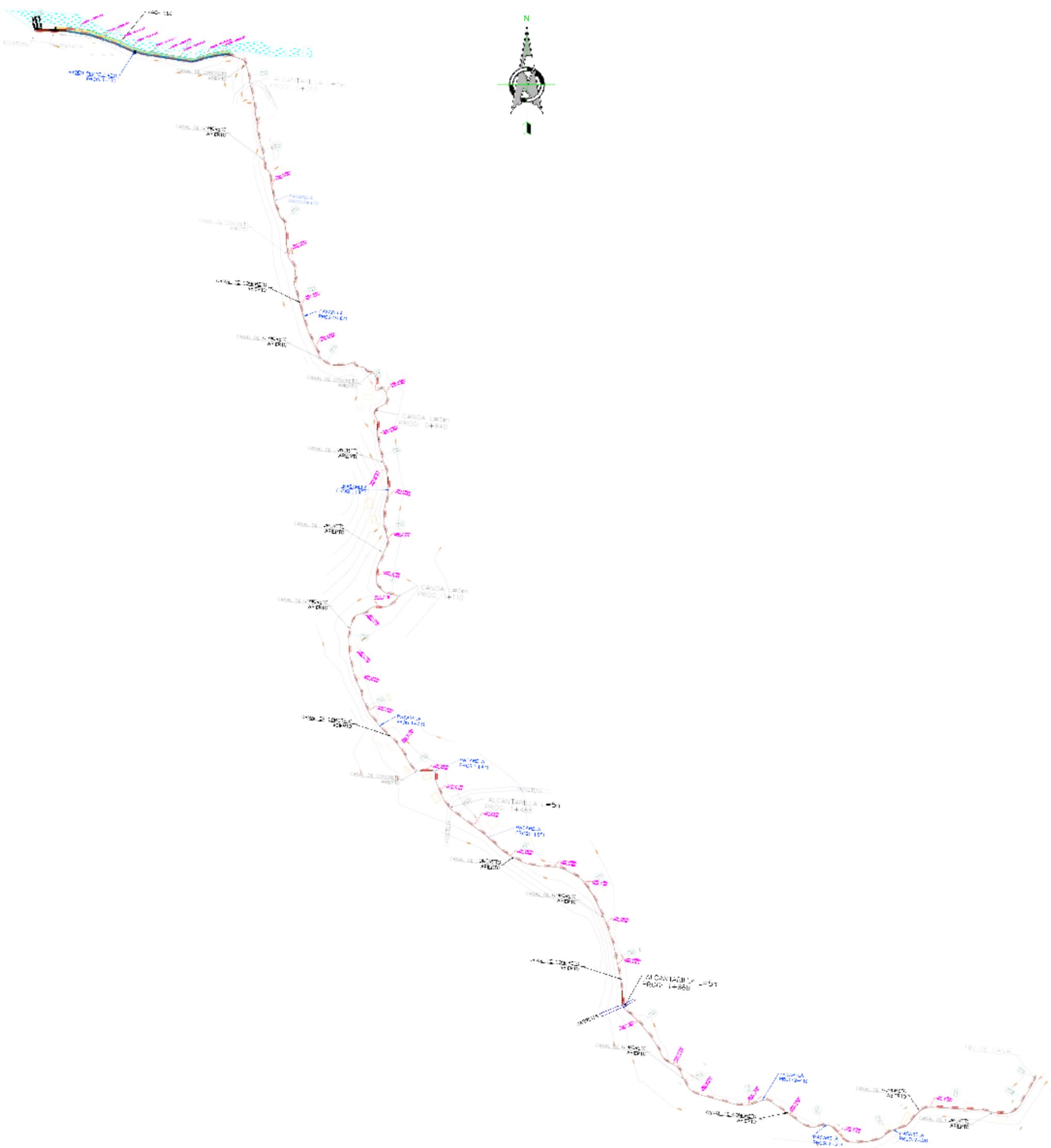


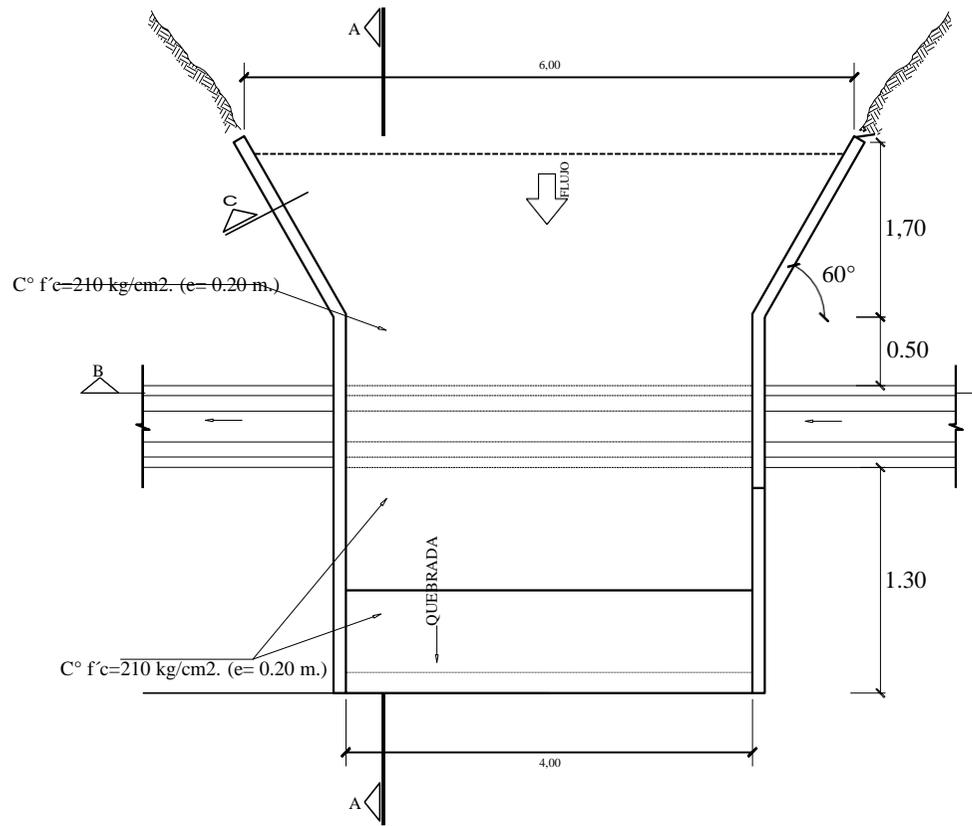
FOTO10: Análisis granulométrico del suelo.



PLANO CLAVE

ESC .: 1/1500

# CANOA 5 ML



**PLANTA CANOA**

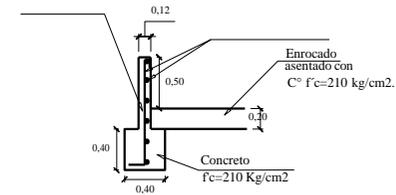
ESCALA 1/50



**SECCION B-B**

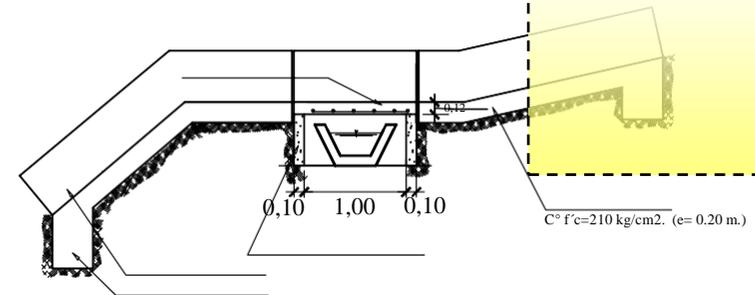
ESCALA 1/50

UBICACIÓN CANOAS	
N°	PROGRESIVAS (Kms)
1	0+840
2	1+110



**SECCION C**

ESCALA 1/50



**SECCION A-A**

ESCALA 1/50

AutoCAD SHX Text  
2022-06-01 08:28:32

ESCALA 1/50

AutoCAD SHX Text

AutoCAD SHX Text  
2022-06-01 08:28:32

ESCALA 1/50

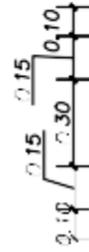
AutoCAD SHX Text  
2022-06-01 08:28:32

ESCALA 1/50

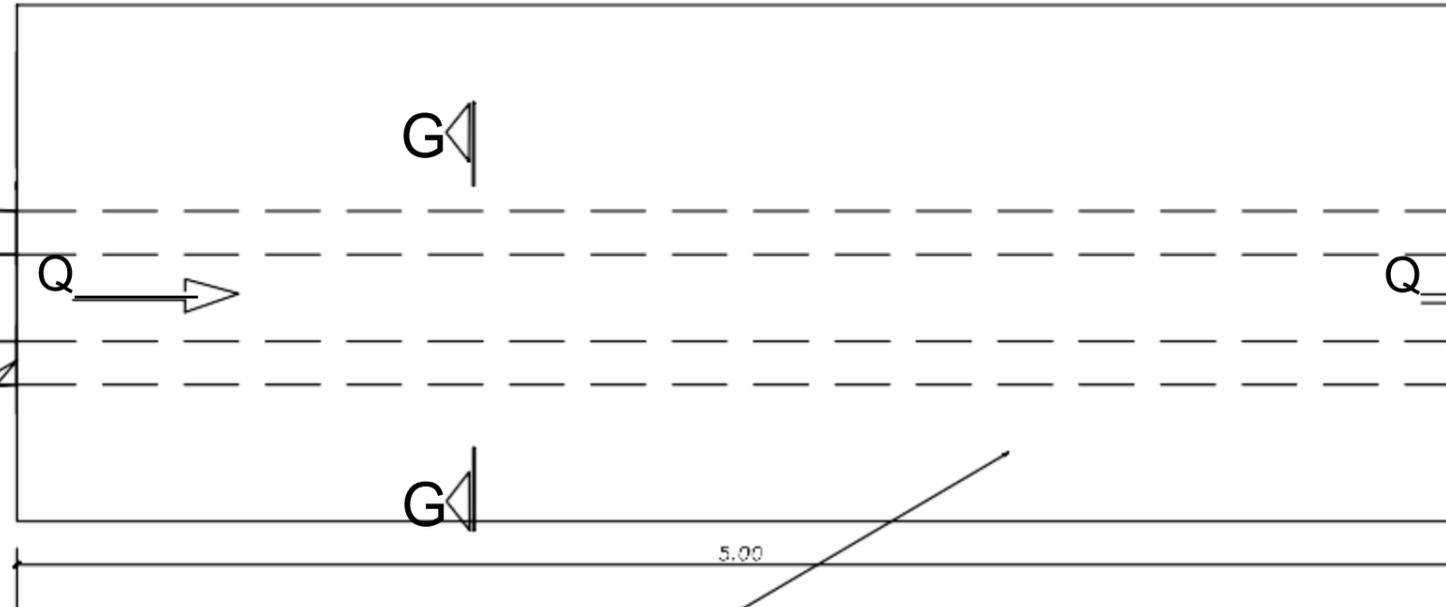
# CRUCEVEHICULAR-ALCANTARILLA L=5m

Progr.(0+310,1+488,1+868)

CANAL DE CONDUCCION



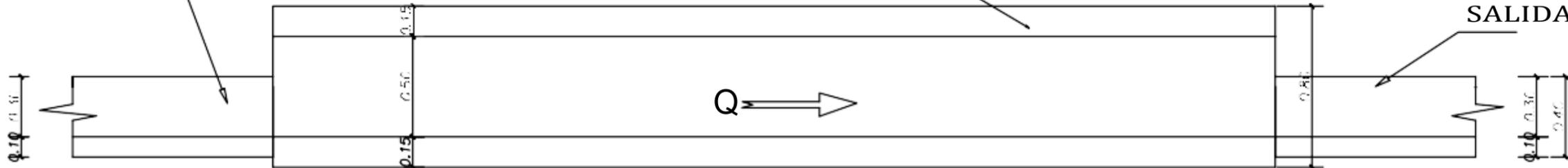
Junta de Dilatacion



$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

INGRESO



SALIDA

CORTE F - F

Esc:1/25

ARMADURA

CORTE G - G

AutoCADSHKText  
2022-06-01 08:28:32

Junta de Dilatacion

AutoCADSHKText  
2022-06-01 08:28:32

Junta de Dilatacion

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

AutoCADSHKText  
2022-06-01 08:28:32

020

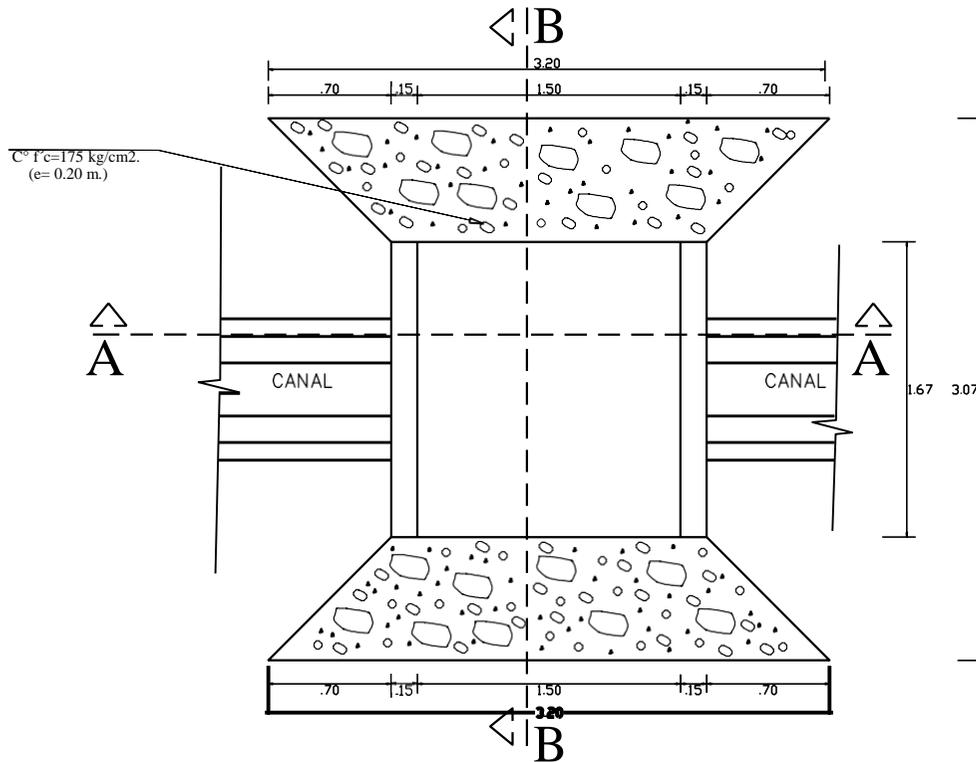
020

AutoCADSHKText  
2022-06-01 08:28:32

020

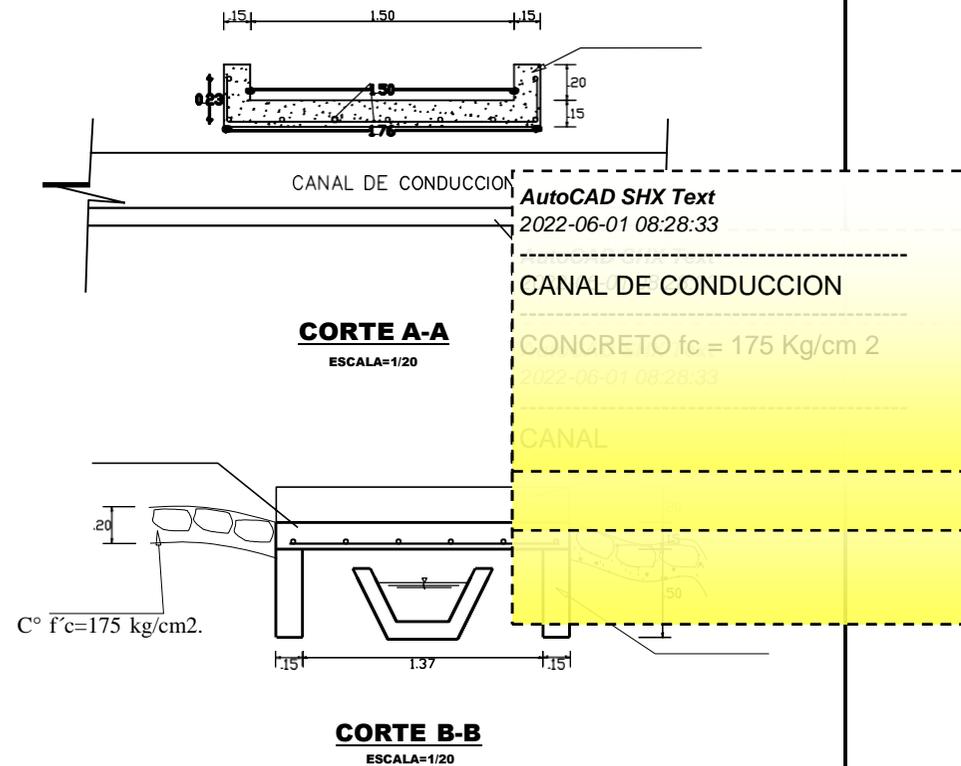
# PASARELA

(Paso de animales mayores y menores en grupo)



PLANTA

UBICACIÓN PASARELAS	
N°	PROGRESIVAS (Kms)
1	0+470
2	0+636
3	0+950
4	1+330
5	1+430
6	1+550
7	2+110
8	2+205
9	2+310



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D6913 - NTP 339.128**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA

**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.

**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.

**FECHA:** FEBRERO DEL 2022

**MATERIAL:** C-1

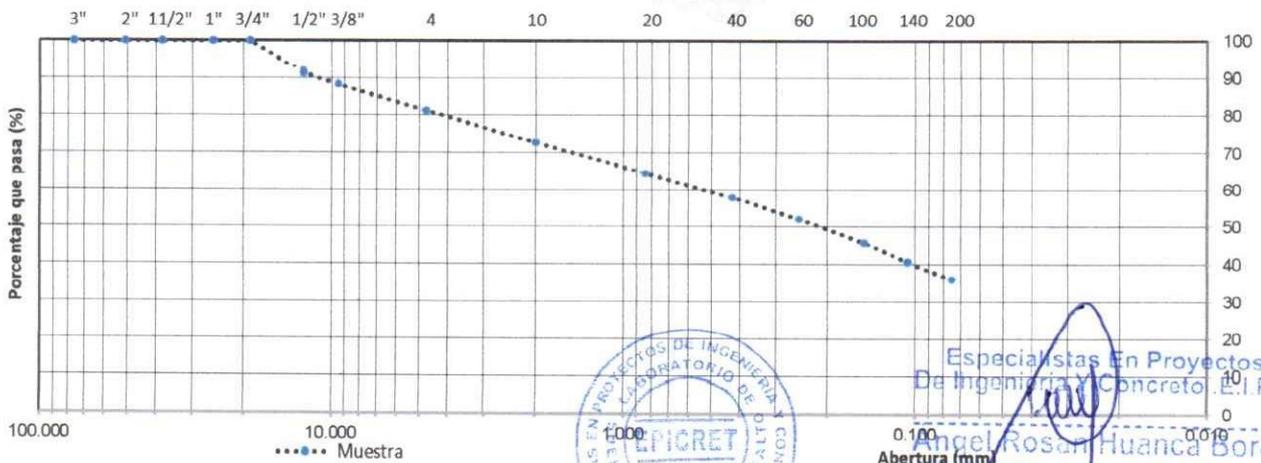
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	68.96	8.83	8.83	91.17
3/8"	9.500	23.13	2.96	11.79	88.21
Nº 4	4.750	54.16	6.93	18.72	81.28
Nº 10	2.000	66.89	8.56	27.28	72.72
Nº 20	0.840	64.19	8.22	35.50	64.50
Nº 40	0.425	52.80	6.76	42.25	57.75
Nº 60	0.250	44.92	5.75	48.00	52.00
Nº 100	0.150	50.05	6.41	54.41	45.59
Nº 140	0.106	39.23	5.02	59.43	40.57
Nº 200	0.075	35.48	4.54	63.97	36.03
< Nº 200	FONDO	281.49	36.03	100.00	0.00
		781.3	100.0		

Peso inicial seco (g):	781.3
Peso después del lavado (g):	499.8

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%):	18.14%
Límite líquido:	34
Límite plástico:	19
Índice de plasticidad:	15

OBSERVACIONES :	
Bolonería o bloques >3":	NO PRESENTA
Grava (%):	18.72
Arena (%):	45.25
Finos (%):	36.03
Cu:	27.27
Cc:	0.33

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería Y Concreto. E.I.R.L.  
Angel Rosal Huanca Borda  
MSC ING. CIVIL. CIP 53304



**EPICRET**  
Especialistas en Concreto, Suelos y Pavimentos

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO**  
**NTP 339.127 - ASTM D 2216**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-1

	MUESTRA	
	1	2
Masa de la tara	39.5	37.0
Masa de la muestra húmeda + tara	235.1	219.2
Masa de la muestra seca + tara	205.2	191.2
Masa de la muestra húmeda	195.7	182.2
Masa de la muestra seca	165.7	154.2
%HUMEDAD	18.10%	18.18%
%HUMEDAD PROM.	18.14%	



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería De Concreto E.I.R.L.

Angel Rosan Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTP 339.129 - ASTM D 4319**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA

**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.

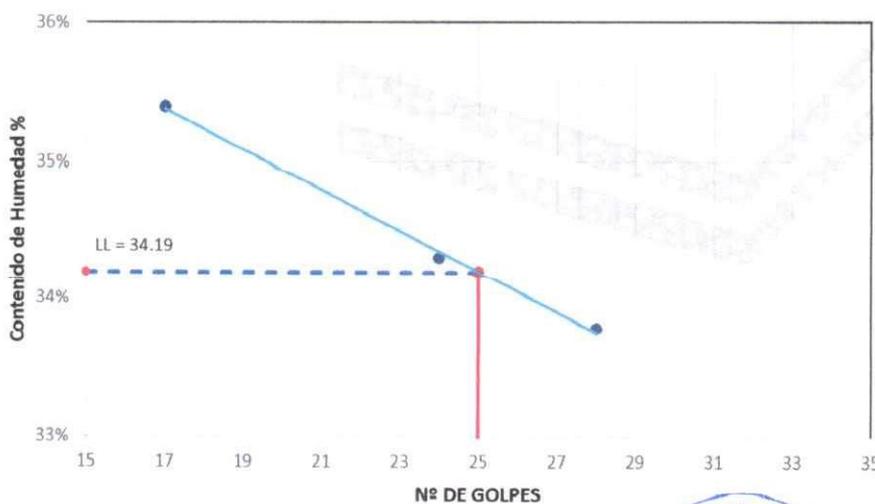
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.

**FECHA:** FEBRERO DEL 2022

**MUESTRA:** C-1

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-1	A-2	A-3	X-6	X-7
Tara					
Masa de la tara (g)	9.73	10.11	10.08	5.06	5.32
Masa muestra húmeda + tara (g)	25.89	28.75	26.26	7.73	7.58
Masa muestra seca + tara (g)	21.81	23.99	22.03	7.30	7.22
Masa muestra húmeda (g)	16.16	18.64	16.18	2.67	2.26
Masa muestra seca (g)	12.08	13.88	11.95	2.24	1.90
Masa del agua (g)	4.08	4.76	4.23	0.43	0.36
Contenido de humedad (%)	33.77	34.29	35.40	19.20	18.95
Número de golpes	28	24	17		

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	34
LP	19
IP	15



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería y Concreto .E.I.R.L.  
Angel Rosan Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL CIP 53304



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y AASHTO**  
**NTP 339.134 - NTP 339.135**

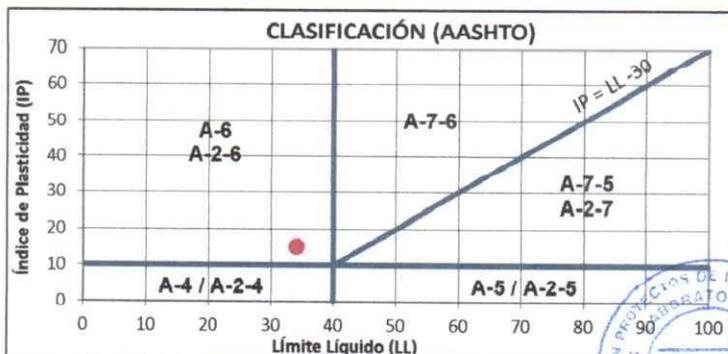
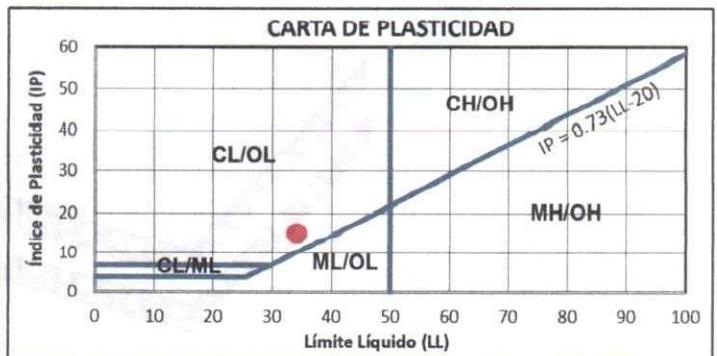
**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO :** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA :** C.P. PORTA CRUZ - DTTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - DPTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	76.200	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	91.17
3/8"	9.500	88.21
Nº 4	4.750	81.28
Nº 10	2.000	72.72
Nº 20	0.840	64.50
Nº 40	0.425	57.75
Nº 60	0.250	52.00
Nº 100	0.150	45.59
Nº 140	0.106	40.57
Nº 200	0.075	36.03
< Nº 200	---	0.00

Cu	27.27
Cc	0.33

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	18.14%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	34	%Grava	18.72
LP	19	%Arena	45.25
IP	15	%Finos	36.03

CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-
>15% Grava:	CON GRAVA	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		



CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-6 (1)	IG = 1

$$IG = (F - 35) [0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$



Especialistas En Proyectos De Ingeniería Y Concreto E.I.R.L.  
 Angel Rosan Huanca Borda  
 MSC. ING. CIVIL. CIP 53304



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**ASTM D6913 - NTP 339.128**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MATERIAL:** C-2

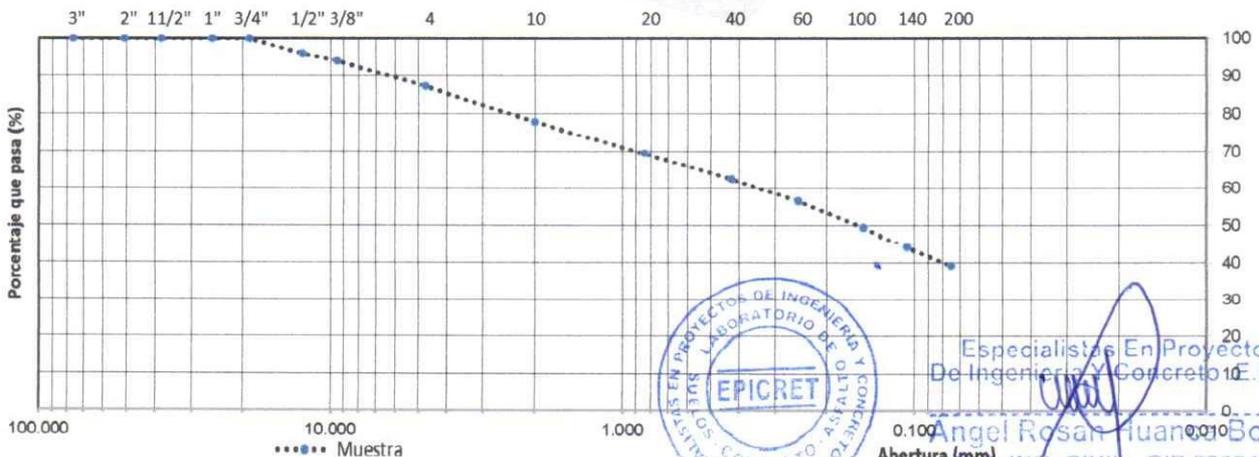
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	25.18	4.20	4.20	95.80
3/8"	9.500	11.41	1.90	6.10	93.90
Nº 4	4.750	39.77	6.63	12.73	87.27
Nº 10	2.000	55.93	9.32	22.05	77.95
Nº 20	0.840	50.69	8.45	30.50	69.50
Nº 40	0.425	42.60	7.10	37.60	62.40
Nº 60	0.250	35.66	5.94	43.54	56.46
Nº 100	0.150	42.98	7.16	50.70	49.30
Nº 140	0.106	31.77	5.30	56.00	44.00
Nº 200	0.075	29.00	4.83	60.83	39.17
< Nº 200	FONDO	235.01	39.17	100.00	0.00
		600.0	100.0		

Peso inicial seco (g):	600.0
Peso después del lavado (g):	365.0

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%):	17.50%
Límite líquido:	39
Límite plástico:	23
Índice de plasticidad:	16

OBSERVACIONES :	
Bolonería o bloques >3":	NO PRESENTA
Grava (%):	12.73
Arena (%):	48.11
Finos (%):	39.17
Cu:	18.59
Cc:	0.48

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Especialistas En Proyectos De Ingeniería Y Concreto E.I.R.L.  
**Angel Rosan Juanco Borda**  
M.Sc. ING. CIVIL. CIP 53304



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO**  
**NTP 339.127 - ASTM D 2216**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - DTTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - DPTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-2

	MUESTRA	
	1	2
Masa de la tara	39.3	39.6
Masa de la muestra húmeda + tara	189.6	232.9
Masa de la muestra seca + tara	167.1	204.2
Masa de la muestra húmeda	150.3	193.2
Masa de la muestra seca	127.8	164.5
%HUMEDAD	17.55%	17.44%
%HUMEDAD PROM.	17.50%	



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería y Concreto .E.I.R.L

Angel Rosan Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTP 339.129 - ASTM D 4319**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA

**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.

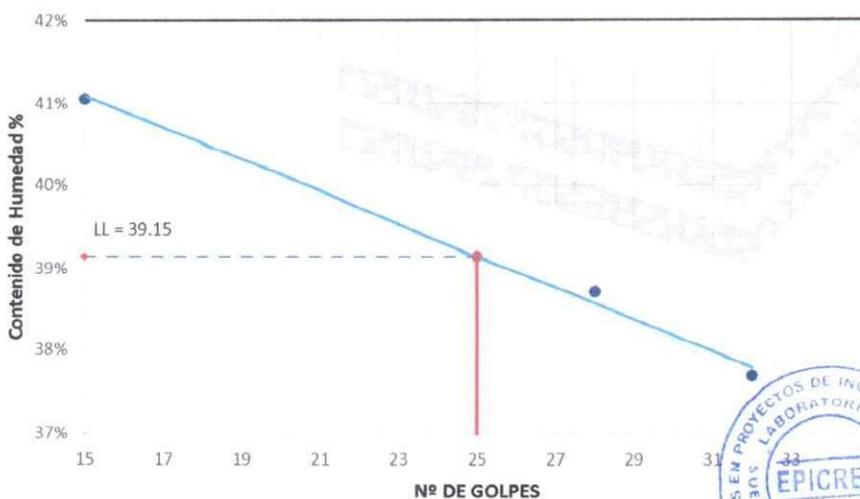
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.

**FECHA:** FEBRERO DEL 2022

**MUESTRA:** C-2

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-10	A-5	A-6	A-1	X-3
Tara					
Masa de la tara (g)	9.42	9.73	9.03	9.46	9.23
Masa muestra húmeda + tara (g)	25.35	26	25.83	11.16	10.09
Masa muestra seca + tara (g)	20.99	21.46	20.94	10.84	9.93
Masa muestra húmeda (g)	15.93	16.27	16.80	1.70	0.86
Masa muestra seca (g)	11.57	11.73	11.91	1.38	0.70
Masa del agua (g)	4.36	4.54	4.89	0.32	0.16
Contenido de humedad (%)	37.68	38.70	41.06	23.19	22.86
Número de golpes	32	28	15		

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	39
LP	23
IP	16



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L.  
*Angel Rosan Huanca Borda*  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y AASHTO**  
**NTP 339.134 - NTP 339.135**

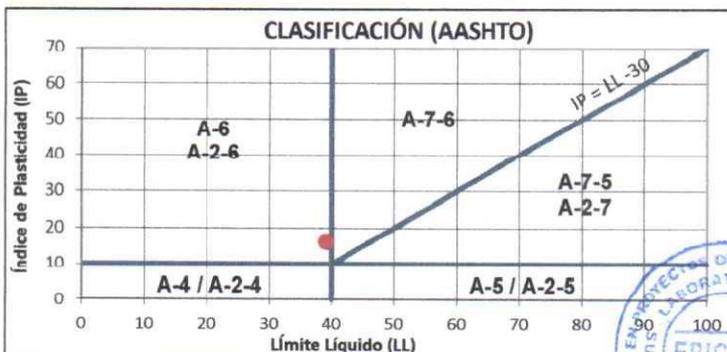
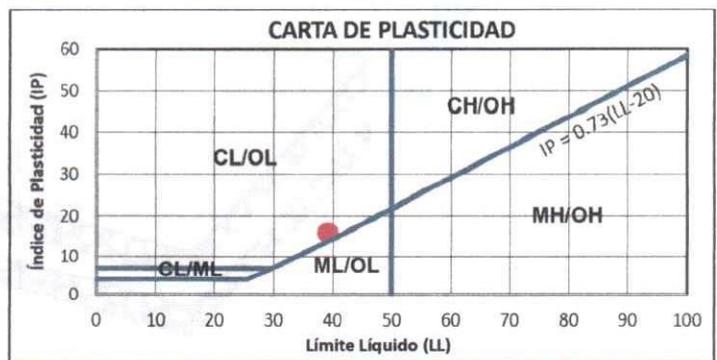
**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO :** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA :** C.P. PORTA CRUZ - DTTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - DPTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	76.200	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	95.80
3/8"	9.500	93.90
Nº 4	4.750	87.27
Nº 10	2.000	77.95
Nº 20	0.840	69.50
Nº 40	0.425	62.40
Nº 60	0.250	56.46
Nº 100	0.150	49.30
Nº 140	0.106	44.00
Nº 200	0.075	39.17
< Nº 200	---	0.00

Cu	18.59
Cc	0.48

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	17.50%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	39	%Grava	12.73
LP	23	%Arena	48.11
IP	16	%Finos	39.17

CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-
<15% Grava:	-	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
SC	ARENA ARCILLOSA		



CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-6 (2)	IG = 2

$$IG = (F - 35) [0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería Y Concreto. E.I.R.L.  
Angel Rosan Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**  
**ASTM D6913 - NTP 339.128**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MATERIAL:** C-3

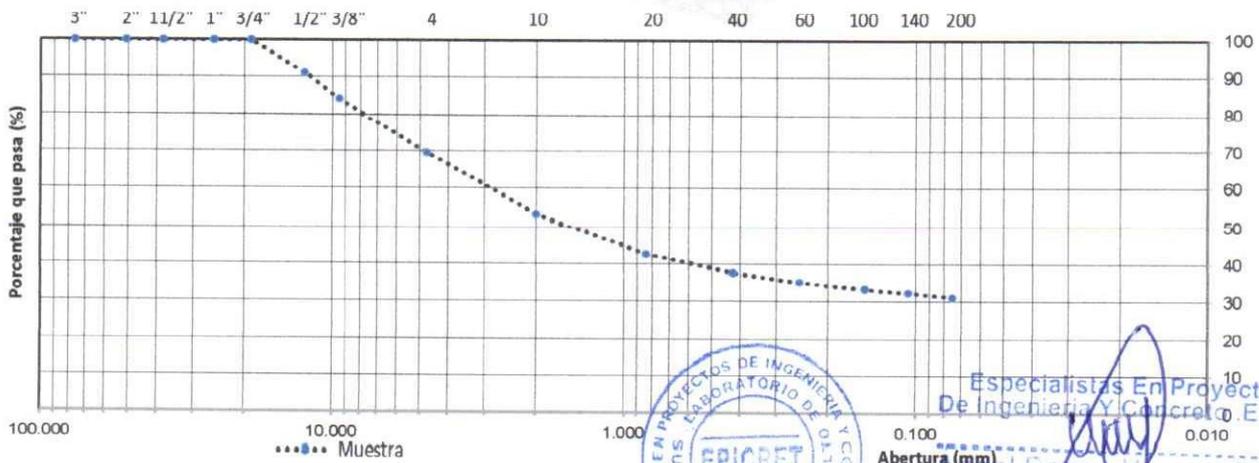
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	46.24	8.85	8.85	91.15
3/8"	9.500	36.25	6.94	15.78	84.22
Nº 4	4.750	76.74	14.68	30.46	69.54
Nº 10	2.000	85.67	16.39	46.85	53.15
Nº 20	0.840	54.65	10.46	57.31	42.69
Nº 40	0.425	26.10	4.99	62.30	37.70
Nº 60	0.250	12.60	2.41	64.71	35.29
Nº 100	0.150	9.68	1.85	66.56	33.44
Nº 140	0.106	5.25	1.00	67.57	32.43
Nº 200	0.075	6.45	1.23	68.80	31.20
< Nº 200	FONDO	163.07	31.20	100.00	0.00
		522.7	100.0		

Peso inicial seco (g):	522.7
Peso después del lavado (g):	359.6

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%):	37.89%
Límite líquido:	51
Límite plástico:	36
Índice de plasticidad:	15

OBSERVACIONES :	
Bolonería o bloques >3":	NO PRESENTA
Grava (%):	30.46
Arena (%):	38.34
Finos (%):	31.20
Cu:	132.97
Cc:	0.07

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Especialistas En Proyectos De Ingeniería Y Concreto E.I.R.L.  
 Angel Rosan Huanca Borda  
 MSC. ING. CIVIL. CIP 53304



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO**  
**NTP 339.127 - ASTM D 2216**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-3

	MUESTRA	
	1	2
Masa de la tara	38.9	37.9
Masa de la muestra húmeda + tara	205.8	210.6
Masa de la muestra seca + tara	159.8	163.2
Masa de la muestra húmeda	166.9	172.7
Masa de la muestra seca	121.0	125.3
%HUMEDAD	37.97%	37.82%
%HUMEDAD PROM.	37.89%	



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería y Concreto .E.I.R.L

Angel Rosin Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTP 339.129 - ASTM D 4319**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA

**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.

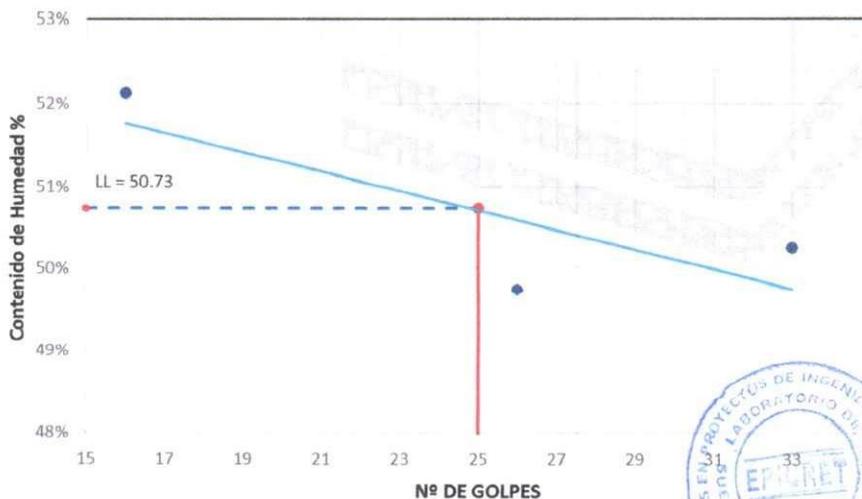
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.

**FECHA:** FEBRERO DEL 2022

**MUESTRA:** C-3

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	T-5	T-9	T-1	X-9	X-7
Tara					
Masa de la tara (g)	12.5	12.07	14.42	4.94	5.39
Masa muestra húmeda + tara (g)	28.58	29.2	35.05	6.53	7.24
Masa muestra seca + tara (g)	23.07	23.51	28.15	6.11	6.74
Masa muestra húmeda (g)	16.08	17.13	20.63	1.59	1.85
Masa muestra seca (g)	10.57	11.44	13.73	1.17	1.35
Masa del agua (g)	5.51	5.69	6.90	0.42	0.50
Contenido de humedad (%)	52.13	49.74	50.25	35.90	37.04
Número de golpes	16	26	33		

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	51
LP	36
IP	15



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L

Angel Rosari Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y AASHTO**  
**NTP 339.134 - NTP 339.135**

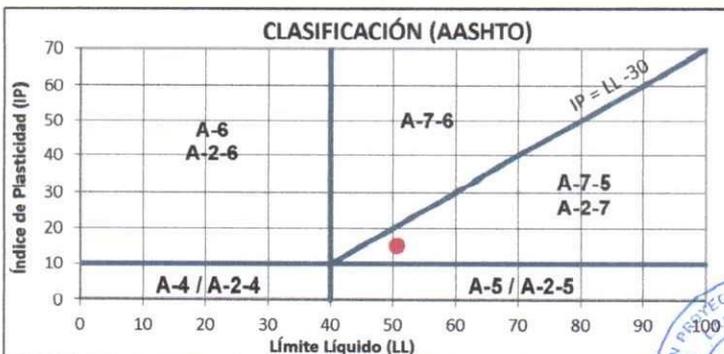
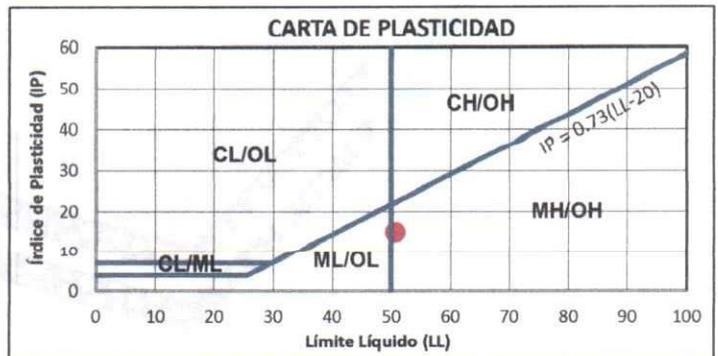
**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO :** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA :** C.P. PORTA CRUZ - DTTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - DPTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	76.200	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	91.15
3/8"	9.500	84.22
Nº 4	4.750	69.54
Nº 10	2.000	53.15
Nº 20	0.840	42.69
Nº 40	0.425	37.70
Nº 60	0.250	35.29
Nº 100	0.150	33.44
Nº 140	0.106	32.43
Nº 200	0.075	31.20
< Nº 200	—	0.00

Cu	132.97
Cc	0.07

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	37.89%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	51	%Grava	30.46
LP	36	%Arena	38.34
IP	15	%Finos	31.20

CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-
>15% Grava:	CON GRAVA	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
<b>SM</b>	<b>ARENA LIMOSA CON GRAVA</b>		



CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-2-7 (0)	IG = 0

$$IG = (F - 35) \{ 0.2 + 0.005(LL - 40) \} + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería y Concreto E.I.R.L

Angel Rosin Nianza Borda  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO  
ASTM D6913 - NTP 339.128**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - DTTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - DPTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MATERIAL:** C-4

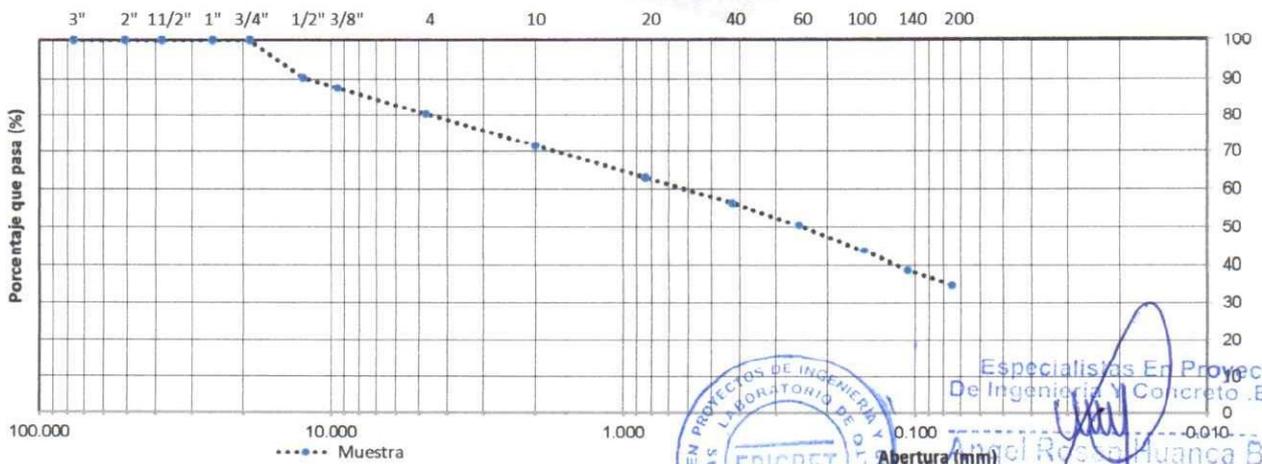
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	56.51	9.65	9.65	90.35
3/8"	9.500	16.21	2.77	12.41	87.59
Nº 4	4.750	42.35	7.23	19.64	80.36
Nº 10	2.000	51.93	8.86	28.51	71.49
Nº 20	0.840	50.43	8.61	37.12	62.88
Nº 40	0.425	39.07	6.67	43.79	56.21
Nº 60	0.250	34.70	5.92	49.71	50.29
Nº 100	0.150	39.66	6.77	56.48	43.52
Nº 140	0.106	28.54	4.87	61.35	38.65
Nº 200	0.075	24.30	4.15	65.50	34.50
< Nº 200	FONDO	202.10	34.50	100.00	0.00
		585.8	100.0		

Peso inicial seco (g):	585.8
Peso después del lavado (g):	383.7

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%):	13.81%
Límite líquido:	36
Límite plástico:	19
Índice de plasticidad:	17

OBSERVACIONES :	
Bolonería o bloques >3":	NO PRESENTA
Grava (%):	19.64
Arena (%):	45.86
Finos (%):	34.50
Cu:	30.70
Cc:	0.29

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Especialistas En Proyectos De Ingeniería Y Concreto E.I.R.L.  
Angel Rosales Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304



**EPICRET**  
Especialistas en Concreto, Suelos y Pavimentos

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO**  
**NTP 339.127 - ASTM D 2216**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - DTTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - DPTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-4

	MUESTRA	
	1	2
Masa de la tara	39.3	38.9
Masa de la muestra húmeda + tara	233.9	247.3
Masa de la muestra seca + tara	210.3	222.0
Masa de la muestra húmeda	194.6	208.4
Masa de la muestra seca	171.0	183.1
%HUMEDAD	13.80%	13.83%
%HUMEDAD PROM.	13.81%	



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L.  
Angel Rosendo Juanca Borda  
MSC. ING. CIVIL / CIP 53304

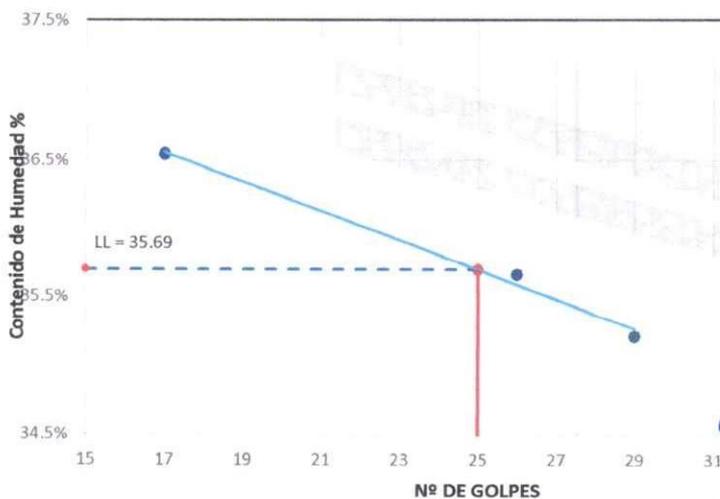


**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
**NTP 339.129 - ASTM D 4319**

**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO:** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA:** C.P. PORTA CRUZ - D.TTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - D.PTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-4

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	A-13	A-12	A-11	X-11	X-4
Tara					
Masa de la tara (g)	8.65	10.2	9.81	5.15	5.77
Masa muestra húmeda + tara (g)	24.32	28.31	25.43	7.26	7.65
Masa muestra seca + tara (g)	20.24	23.55	21.25	6.91	7.35
Masa muestra húmeda (g)	15.67	18.11	15.62	2.11	1.88
Masa muestra seca (g)	11.59	13.35	11.44	1.76	1.58
Masa del agua (g)	4.08	4.76	4.18	0.35	0.30
Contenido de humedad (%)	35.20	35.66	36.54	19.89	18.99
Número de golpes	29	26	17		

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	36
LP	19
IP	17



Especialistas En Proyectos  
De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L  
Angel Rosan Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL CIP 53304



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y AASHTO**  
**NTP 339.134 - NTP 339.135**

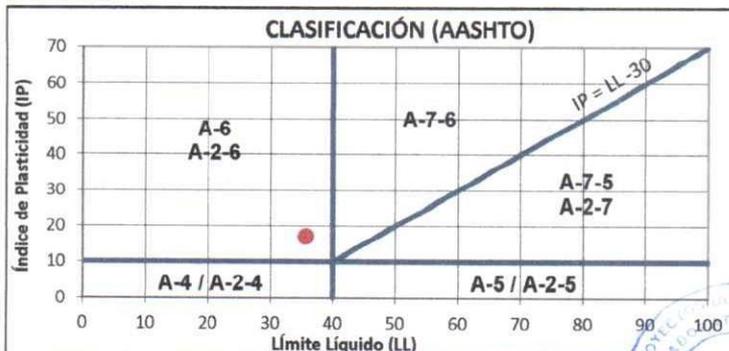
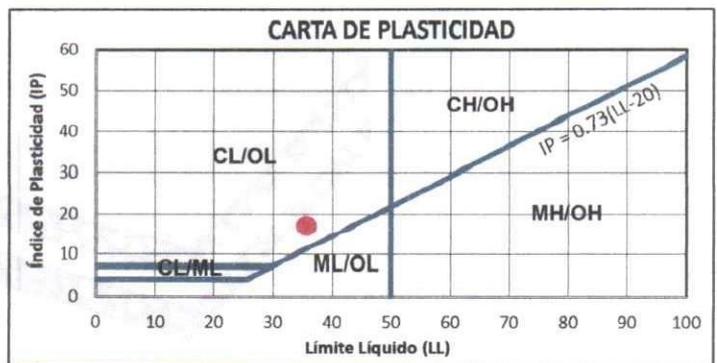
**SOLICITANTE(S):** QUISPE PALOMINO, IDA  
**PROYECTO :** DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL CANAL DE RIEGO, PORTA CRUZ - AYACUCHO, 2021.  
**PROCEDENCIA :** C.P. PORTA CRUZ - DTTO. DE CARAPO - PROV. DE HUANCASANCOS - DPTO. DE AYACUCHO.  
**FECHA:** FEBRERO DEL 2022  
**MUESTRA:** C-4

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	76.200	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	90.35
3/8"	9.500	87.59
Nº 4	4.750	80.36
Nº 10	2.000	71.49
Nº 20	0.840	62.88
Nº 40	0.425	56.21
Nº 60	0.250	50.29
Nº 100	0.150	43.52
Nº 140	0.106	38.65
Nº 200	0.075	34.50
< Nº 200	---	0.00

Cu	30.70
Cc	0.29

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	13.81%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	36	%Grava	19.64
LP	19	%Arena	45.86
IP	17	%Finos	34.50

CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-
>15% Grava:	CON GRAVA	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		



CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-2-6 (1)	IG = 1

$$IG = (F - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$



Especialistas En Proyectos De Ingeniería Y Concreto E.I.R.L

Angel Rosan Huanca Borda  
MSC. ING. CIVIL CIP 53304