



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño hidráulico de la infraestructura de riego en el Caserío
de Sanagorán - Distrito Sanagorán – Sánchez Carrión – La
Libertad.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Flores Reyes, Isaac Jhonatan (ORCID 0000-0002-7996-7913)

Lujan Maguiña, Brandon Eder (ORCID 0000-0002-6670-4196)

ASESOR:

Dr. Herrera Viloche Alex Arquímedes (ORCID 0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

*Dedicamos esta tesis a nuestros padres y
nuestros familiares por el apoyo que nos
brindaron día a día en el transcurso de cada
año de nuestra carrera universitaria.*

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo, por permitirnos terminar con éxito la carrera profesional.

A nuestro asesor de tesis Dr. Alex Arquímedes Herrera Viloche por brindarnos su dedicación y experiencia en el asesoramiento del presente trabajo de investigación.

Índice de contenido

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de Gráficos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y Operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimiento.....	13
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	14
4.1. Descripción de la zona de estudio	14
4.2. Topografía	15
4.2.1. Curvas de nivel.....	15
4.2.2. Pendiente	16
4.3. Estudio hidrológico.....	16
4.3.1. Precipitaciones totales mensuales.....	16
4.4. Demanda por cultivo	18
4.5. Precipitación efectiva	18
4.6. Evapotranspiración Potencial.....	18
4.7. Coeficiente de cultivos	19
4.8. Oferta Hídrica	19

4.8.1.	Estudio Hidráulico.....	20
4.8.2.	Criterios de Diseño Hidráulico	20
4.8.3.	Comportamiento del Rio	20
4.8.4.	Caudal Máximo.....	21
4.8.5.	Análisis de la demanda sin y con proyecto	30
4.8.6.	Velocidad mínima permisible	33
4.8.7.	Diseño de Bocatoma	33
V.	DISCUSION	49
VI.	CONCLUSIONES	51
VII.	RECOMENDACIONES	52
	REFERENCIAS	53
	ANEXOS	57

Índice de tablas

Tabla1. Precipitaciones Mensuales	16
Tabla2. Precipitación efectiva.....	18
Tabla3. Coeficientes de cultivos	19
Tabla4. Coeficientes de cultivos	19
Tabla5. Precipitación media mensual máxima	21
Tabla6. Distribución de probabilidades pluviométricas, mediante Gumbel.....	23
Tabla7. Cálculo de precipitaciones diarias máximas probables, para distintas frecuencias.....	24
Tabla8. Coeficientes para las relaciones a la lluvia.....	25
Tabla9. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración y retorno	25
Tabla10. Intensidades de lluvia a partir de p_d , según duración de precipitación y frecuencia de la misma	25
Tabla11. Caudales máximos instantáneos	26
Tabla12. Coeficientes de escorrentía	26
Tabla13. Selección de datos para el estudio	27
Tabla14. Matriz de variabilidad de precipitaciones	28
Tabla15. Precipitaciones totales mensuales estimadas.....	29
Tabla16. Caudales medios generados	29
Tabla17. Caudales medios mensuales.....	30
Tabla18. Demanda de agua sin proyecto	30
Tabla19. Demanda de agua con proyecto.....	31
Tabla20. Balance Hídrico sin proyecto	32
Tabla21. Balance Hídrico con proyecto.....	32

Índice de Gráficos

Grafico1. Balance Hídrico sin proyecto	32
Grafico2. Balance Hídrico con proyecto	33
Grafico3. Curva de diseño para el Azud	36

Índice de Figuras

Figura1. Ubicación del Distrito de Sanagorán.....	15
Figura2. Evapotranspiración Potencial usando Programa Cropwat	18
Figura3. Vista de Planta área de influencia de la microcuenca dentro del ámbito del proyecto	22
Figura4. Planta donde se diseñará la Bocatoma	34
Figura5. Corte de rio a diseñar la Bocatoma	34
Figura6. Poza o colchón amortiguador	37
Figura7. Diseño de la captación y el pozo de amortiguación	39
Figura8. Corte Frontal y lateral de la ventana de entrada	40
Figura9. Vista lateral y frontal de toma lateral de la Bocatoma	48

Resumen

El principal problema que surge de los sistemas de riego son las pérdidas de caudal que se produce por la conducción y distribución del agua que, en su mayoría con obras hidráulicas de tierra, en el cual no llegan a abastecer a su totalidad de parcelas.

Los canales existen en diferentes formas el cual son adecuados de acuerdo a la cantidad de caudal que va conducir y también hay diferentes tipos de materiales que nos permiten disminuir la pérdida de agua que va transitar por la estructura, estos conocimientos técnicos y de ingeniería nos permiten definir adecuadamente el tipo y tamaño de canal de conducción de modo que sea satisfactorio técnicamente como económicamente.

El presente trabajo tiene como objetivo: Realizar el Diseño Hidráulico de la infraestructura de riego en el caserío de Sanagorán – distrito de Sanagorán – Sánchez Carrión, para cumplir con dicho objetivo es necesario, realizar estudios topográficos, estudios hidrológicos, estudios agronómicos, estudios hidráulico y estudios de mecánica de suelos.

En la presente tesis se consideró para la línea de abastecimiento de la infraestructura de riego con un concreto simple, en función de las diferentes obras de arte de acuerdo a la topografía del terreno como son: bocatoma, tomas laterales, desarenador, poza de amortiguación, azud; el caudal de diseño fue de 19.1 L/s. el canal de concreto simple es de 0.4m x 0.4m.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se consideró como alternativa necesaria una conducción de concreto simple y de sección rectangular por su máxima eficiencia y de bajo costo.

Palabras clave: diseño, Infraestructura, canales, agrícola.

Abstract

The main problem that arises from irrigation systems are the loss of flow that occurs due to the conduction and distribution of water, mostly with land hydraulic works, in which they fail to supply all of the parcels.

The channels exist in different forms in which they are suitable according to the amount of flow that is going to lead and there are also different types of materials that allow us to reduce the loss of water that will pass through the structure, these technical and engineering knowledges allow us adequately define the type and size of the conduction channel so that it is technically and economically satisfactory.

The present work aims to: Carry out the Hydraulic Design of the irrigation infrastructure in the hamlet of Sanagoran - district of Sanagoran - Sanchez Carrion, to fulfill this objective it is necessary to carry out topographic studies, hydrological studies, agronomic studies, hydraulic studies and Soil mechanics studies.

In this thesis, it was considered for the supply line of the irrigation infrastructure with a simple concrete, depending on the different works of art according to the topography of the land such as: intake, lateral intakes, sand trap, buffer pool, weir; the design flow was 19.1 L / s. the simple concrete channel is 0.4m x 0.4m.

According to the results obtained, a simple concrete pipe with a rectangular section was considered a necessary alternative due to its maximum efficiency and low cost.

Keywords: design, Infrastructure, channels, agricultural

I. INTRODUCCIÓN

Álvarez Pilar (2018), La Organización de las Naciones Unidas, menciona que la demanda mundial de producción agrícola y energética (hidroeléctricas), requieren de uso permanente de agua. Al mismo tiempo, el mismo ciclo hidrológico se está intensificando, debido al calentamiento global, es por eso, se ha concientizado evitar el consumo masivo del agua, el cual permitirá contribuir con el desarrollo socioeconómico, alcanzando la sostenibilidad del agua (p.25)

Álvarez Pilar (2018, p.48), El Agua y Desarrollo Sostenible, sostiene que las aguas subterráneas son cruciales y vitales para todo el país de África, principalmente en la zona septentrional del continente; principalmente en África Subsahariana la escasez económica de agua es un problema constante, esto se debe a la pobreza que existe en la zona así también en zonas rurales, sin embargo, según estadísticas el 10% de la población beben agua sin tratar, y en zonas rurales carecían hasta el 85% del recurso hídrico afectando con la salud integral de los habitantes

Burstein Tania (2018, p. 298), En sus últimas décadas, el Perú ha crecido notablemente en el rubro de exportaciones agrícolas, debido a la alta calidad y a la creciente demanda mundial de productos saludables. Por tanto, según Recursos Hídricos en el Perú, sostiene que; la disponibilidad hídrica cuenta con 159 cuencas hidrográficas y 70 inter cuencas, es por ello, algunos ríos presentan irregularidades de descarga, acortando los meses de avenidas y aplazando los meses de estiaje, y es ahí en donde reduce desfavorablemente las necesidades hídricas de la nación; cuenta con tres vertientes en su territorio, con una disponibilidad de casi 2 billones de metros cúbicos de agua cada año, sin embargo, por nuestra geografía, la vertiente del Pacífico, donde reside el 66 % de la población, sólo cuenta con una disponibilidad de 2,2 % de acceso al agua. Autoridad Nacional de Agua (2020). Por tanto, el desabastecimiento del recurso hídrico se debe principalmente a los fenómenos naturales tales como: el fenómeno del niño costero; el cual, ocurrió en el año 2017 con altas precipitaciones en la Región de la Costa peruana como: Piura, Tumbes, Lambayeque, La Libertad, entre otros departamentos, sin embargo el FEN provocó pérdidas de área de

cultivos, materiales y humanas, a manera de reflejo dicho fenómeno fue publicado en el Autoridad Nacional del Agua (ANA); otro de los fenómenos naturales es el desborde de ríos; esto ocurre debido a la intensidad de las fuertes lluvias y habitualmente se da en la región de la Sierra, estos desborde se desarrollan en temporadas de avenidas máximas que son en los meses de enero a abril, y es por ello, que en esos meses la exportación es sumamente óptimo para su desarrollo socioeconómico.

Bonfiglio y Bucher (2017), analizan que estos fenómenos son concurrentes en zonas rurales; los sistemas de riegos o embalses son diseñados para almacenar o distribuir agua hacia las zonas con gran demanda agrícola, sin embargo, al ocurrir un fenómeno de esta envergadura ocasiona pérdidas en las áreas de cultivo y por ello es indispensable que estos problemas sean de solución innovadoras eficientes para la sociedad y la mejora del país.

El caserío de Sanagorán se encuentra ubicado al este de la Provincia de Sánchez Carrión, del Departamento de La Libertad y está situada a una altitud de 2670 msnm, tiene una extensión territorial de 324. 40 km², y con humedad relativa del 52 %. Se encuentra rodeado de ríos como: Río Tambo y el Río Caracmaca; su orografía es de tipo accidentado y su clima es tropical. Sanagorán es una de las principales fuentes de aportación hacia los mercados de la ciudad de Huamachuco, con productos agrícolas como; maíz, arveja, papa, oca, entre otras hortalizas y pecuarios como son los porcinos, bovinos, ovinos y aves. La producción agrícola es insuficiente en épocas de estiaje entre los meses de mayo a diciembre, debido que no cuentan con la demanda de agua para satisfacer a más de 12 hectáreas de los diferentes tipos de cultivos que existe en el caserío, por ello, afecta los terrenos agrícolas y pastizales provocando pérdidas en su producción y afectando considerablemente su economía.

La Junta Directiva del Comité de Usuarios diseñaron un sistema de abastecimiento que consta de una captación rústica, un canal revestido, de sección rectangular con medidas de 0.30m x 0.20m y con una longitud de 1 295 m, sin embargo, este sistema está en desuso a la vez no satisface las necesidades agrícolas de la zona, por tanto, los tramos son accidentados por lo que generan gran pérdida de caudal para su distribución. Por ello Según la

Evaluación de Proyecto – Informe Técnico (2013), menciona que el Rio Tambo tiene un recorrido de 14.50 km y una pendiente promedio de 4%, además en la zona existente hay una población de 15 746 habitantes por lo que genera demanda en el sector agrícola y la tasa anual de crecimiento poblacional es de 4.257%. Por lo tanto, el problema del presente informe de investigación se plantea de la siguiente manera:

¿Cuál sería el diseño hidráulico de la infraestructura de riego en el caserío de Sanagorán?

El presente estudio permitirá establecer el diseño hidráulico, para satisfacer la demanda de agua para riego en el caserío Sanagorán – Distrito de Sanagorán - Sánchez Carrión – La Libertad, cumpliendo con los reglamentos de diseño de bocatoma del autor Máximo Villón, también los parámetros del rio agenciados del libro Hidrología aplicada en Canales, así también la fuente FAO para tener como base principal muestra fuente de cultivos y sus valores definido; de tal manera cumpliendo con todas las especificaciones técnicas señaladas.

El proyecto se Justifica Socialmente, porque permitirá satisfacer con la demanda de agua, y dando un sistema de diseño apropiado para el riego agrícola y contribuyendo con el desarrollo económico, social y cultural. Teóricamente, porque brindará una solución a la problemática que tiene en la zona, optimizando una mejor demanda de agua para su producción.

La metodología se realizó en gabinete, se usó software como son:

- AutoCAD Civil 3d.
- ArcGIS 10.3.
- Microsoft Office (Word, Excel).

Con los cuales se realizó estudios como:

- Hidrológicos (se determinó caudales máximos y medios mensuales)
- Levantamiento topográfico
- Análisis de datos
- Diseño agronómico

Finalmente, como objetivo general tenemos: realizar el Diseño Hidráulico de la infraestructura de riego en el caserío de Sanagorán; teniendo además los objetivos específicos siguientes: realizar el estudio hidrológico (determinación de caudales máximos y caudales medios mensuales), diseño agronómico y diseño hidráulico.

II. MARCO TEÓRICO

Díaz Raul (2015, p. 25), indica que es necesario una metodología que permita un pre- dimensionamiento, el cual determine conocer cargas máximas, parámetros geométricos y el reconocimiento de campo.

Espir y Morales (2015, p. 10) afirman que se requieren de estudios previos, y la evaluación de fenómenos que se den al momento de realizar el diseño hidráulico para evitar problemas de diseño y así mismo generar riesgos en las parcelas y esto obligaría a los agricultores a utilizar estructuras metálicas o con geotextiles.

León Karen (2014, p. 31), define qué; para los estudios hidrológicos se requiere información como la ubicación de la zona de estudio, conocer los registros de datos meteorológicos, que permitan calcular o estimar un evento de máxima avenida, así también el evento de alta precipitación. Estos eventos en su mayoría son producidos por FEN, que en la literatura se tiene registro de ocurrencia de muchos años antes, en algunas estaciones presentan datos desde el año 1925, pero estos datos son solo estimados, no son registros adecuados.

Gaspari, Rodríguez y otros (2013, p.8) afirman que para realizar estos estudios, se requiere conocer información geomorfológica de la cuenca hidrográfica de estudio, así también analizar dicha cuenca hidrográfica por lo que generalmente actúa como un colector natural, encargada de evacuar partes de las aguas de la lluvia en forma de escurrimiento. En esta transformación de lluvia a escurrimiento, lógicamente se produce pérdidas o mejor desplazamiento del agua fuera de la cuenca tales como evaporación y percolación.

De acuerdo con el área y el estado de desarrollo de las cuencas, se distinguen tres partes diferentes:

- Parte alta o de la recepción: caracterizada por las mayores pendientes y de vegetación original boscosa. Es en esta zona en donde se presentan los mayores problemas de erosión regresiva, generadores de derrumbes y coladas de barro.
- Garganta: la transición de la zona alta de los valles presenta el encajonamiento de la corriente principal.
- Lecho o cono de deyección: El material arrastrado por el río principal es depositado en estas partes bajas de la cuenca, formando verdaderos abanicos convexos; en esta zona de la cuenca los ríos varían su cauce debido a procesos de sedimentación y erosión acelerados por las crecientes.

Gaspari, Rodríguez y otros (2013, p.9). menciona que para conocer la geomorfología de la cuenca es importante las herramientas metodológicas tales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la interpretación de imágenes satelitales, e cual permiten realizar la caracterización espacio temporal de las propiedades morfométricas de las cuencas hídricas y de las redes de drenaje.

El uso de modelos hidrológicos es importante para el estudio de las cuencas hidrográficas Dueñas (como lo cita IDEAM 2014) la modelación hidrológica es una herramienta de gran importancia para el estudio de avenidas que se ha extendido por todo el mundo, es por ello hace referencia que para un proyecto es necesario seguir con una secuencia de modelamiento de las cuencas, es por ello que en la actualidad, con el empleo de estos modelos, se realiza el análisis y la prevención de las inundaciones; además, es posible manejar hipótesis suficientemente realistas o previsibles que ofrezcan un cierto grado de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la ordenación del territorio en torno a los ríos o para exigir criterios de diseño de obras e infraestructuras capaces de soportar y funcionar adecuadamente en situaciones de emergencia. Incluso, alertar a los servicios de protección civil y establecer protocolos de actuación ante posibles situaciones de peligro por intensas lluvias.

La modelación de cuencas es la modelación hidrológica. Los modelos de cuenca son un reflejo de como entendemos el sistema cuenca y su respuesta. La capacidad predictiva depende de cómo son construidos y como son aplicados, la calidad de las predicciones generalmente es consistente con la calidad de nuestra comprensión del sistema del modelo que lo representa. Lo que nos da a entender que existe un modelo perfecto aplicable a todas las cuencas del planeta; cada cuenca presenta con condiciones muy particulares de clima, geografía, geología, etc., que incrementan la importancia de un proceso por sobre de otros y condicionan la estructura del modelo.

Conocer un modelo hidrológico de la cuenca de estudio es como afirma IDEAM (2014) una representación simplificada de un sistema real complejo llamado prototipo, bajo forma física o matemática. De manera matemática, el sistema real está representado por una expresión analítica. En un modelo hidrológico, el sistema físico real que generalmente representamos es la "Cuenca Hidrográfica" y cada uno de los componentes del ciclo hidrológico, los modelos se utilizan para predecir los totales mensuales de escurrimiento, mientras que otros están diseñados para ver a las tormentas individuales. El resultado más común es el hidrograma o hidrograma de escurrimiento.

Según Díaz Gerry (2019, p. 19) afirma que estos métodos estadísticos pueden analizar a una cuenca de forma continua o eventos aislados ya sea de forma global, semi-distribuida o distribuida. Estos métodos o modelos están diseñados de forma que puede realizar la simulación desde grandes cuencas hasta pequeñas redes de drenaje urbano con el fin de conocer los resultados de estos eventos se trabaja con Hidrología Estadística, El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos. En la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas; recomendándose a utilizar las siguientes funciones:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros

- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

Torres Jorge (2014, p.14), menciona que, si hablamos de drenaje superficial, se entiende que es la remoción de excesos de agua que se acumulan sobre la superficie del terreno a causa de la gran intensidad y frecuencia de las lluvias. Por otro lado, menciona que, si la topografía es muy plana e irregular además de ello los suelos poco permeables para el diseño de un drenaje superficial se considera el exceso de agua en la superficie, es decir no tomando en consideración el flujo subsuperficial o subterráneo, ya que el tiempo de demora es muy largo y por lo tanto no tiene gran influencia en el dimensionamiento de la red de distribución.

Revista ciencia UNEMI (2014, p.101), menciona que, para la estimación de caudales máximos se dispone de precipitaciones y muy escasamente de caudales registrados en estaciones meteorológicas, por lo que se dificulta determinar la escorrentía y así proceder a la evaluación del balance hídrico de las cuencas. Para eso se recurre a los análisis estocásticos o empíricos que se desarrollaron en otros países del mundo, y de acuerdo a la zona de estudio se estima en condición climática. Por lo que son de utilidad las ecuaciones científicas de Creager, Témez, Verniking, para determinar los caudales de crecida con sus diferentes periodos de retorno, que no siempre se van adecuar a la realidad que se presenta en la zona de estudio por lo que varía al clima que presenta el lugar de estudio. Así también las precipitaciones medias son el principal parámetro que sirve para evaluar la escorrentía de una cuenca.

Aristizábal, Arango y García (2020, p. 244), afirman que los flujos torrenciales se producen de una mezcla de agua y sedimentos en diferentes cantidades y desplazan a lo largo de los cauces en cuencas pequeñas que han sido originadas de las montañas, estos son producidos en tiempos de invierno que

traen como consecuencia las inundaciones de parcelas en las zonas bajas y esto hace que la producción se pierda, en base a nuestra realidad Sanagorán es de fuente principal para el abastecimiento de recursos agrícolas hacia las zonas colindantes y mercados de abasto del Distrito de Sánchez Carrión.

Apacla, Ricardo (2010) reafirma que la ocurrencia periódica de las precipitaciones extraordinarias en una cuenca hidrográfica, ya sea por la presencia de Fenómenos del Niño u otras perturbaciones climáticas, hace que se presente en los cauces de ríos, las avenidas extremas (caudales máximos instantáneos registrados por las estaciones presentes), afectando las obras de arte e hidráulicas presentes, además de originar problemas como el desborde de los ríos, lo que conlleva a inundaciones y desastres. En base a nuestro estudio el Río Tambo tiene crecidas altas en los meses de diciembre, Enero Febrero y Marzo, por lo que en los demás meses del año hay agua, pero no cuentan con una estructura que abastezca en esos meses, es por eso se realizó el estudio estocástico agenciándonos de métodos acercados a la realidad con fines de lograr un diseño para la Bocatoma planteada y su canal que permitirá distribuir el agua hacia las zonas de cultivo.

Por lo que se requiere conocer una medición de caudales de un río la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal, se expresa en volumen por unidad de tiempo. El caudal en un tiempo dado puede ser medido por diferentes métodos y la elección de este depende de las condiciones de cada sitio; por el método área-velocidad, la profundidad del río en la sección transversal se mide en verticales con una barra o sonda. Así como se mide la profundidad, se logra hacer medición de la velocidad con el molinete en uno o más puntos de la vertical; la medición del ancho, de la profundidad y de la velocidad permite calcular el caudal correspondiente a cada segmento de la sección trasversal. La suma de los caudales de estos segmentos representa el caudal total. Organización Meteorológica Mundial, (2016, p.31).

Otros investigadores como Espinoza y Torres (2015, p. 28) manifiestan que se requiere realizar los cálculos hidrológicos para un diseño hidráulico. Por consiguiente, se realizaron estudios como: los estudios topográficos en los

diferentes tramos del Rió con fines de saber su ortografía sus curvas de nivel y consecuentemente diseñar la estructura hidráulica. Siendo respaldado por Córdova y Linares (2016, p. 78) propone para los sistemas de riego, que presentan deficiencias, la solución es intervenir en las obras hidráulicas para el sistema de captación, distribución y conducción del caudal que abastece a los diferentes puntos de irrigación de los sectores menores, para lograr este propósito se requieren estudios como:

- Levantamiento topográfico
- Estudio de mecánica de suelo
- Estudio hidrológico

Estos estudios son considerados básicos, para la elaboración de proyectos que mejoren el sistema de riego, además se requiere conocer datos como la cantidad de hectáreas que se van a atender, tipos de cultivos que se producen en las zonas, conocer también cuantas hectáreas no están bajo riego pero que de implementarse el sistema se puedan atender.

En el estudio hidrológico, de ser necesaria se puede realizar una simulación, “El fundamento racional para usar la simulación en cualquier disciplina es la búsqueda constante del hombre para adquirir conocimientos relativos a la predicción del futuro”; además: “La simulación es una de las técnicas que permiten estudiar la respuesta de los sistemas ante diferentes estímulos y predecir su comportamiento, condicionada a supuestos previos”. Siendo esto los caudales máximos con tiempo de retorno, utilizando métodos estadísticos.

Con los estudios que se realicen de máximas avenidas, y de caudales medios mensuales se determina la oferta hídrica, siendo necesario ahora conocer la demanda hídrica además del estado actual de los sistemas de riego presentes en la zona de estudio.

Para el caso de la determinación de oferta hídrica, Otero, Otero (2016, p. 54) plantea que, el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG) siendo indispensable para la elaboración de estudios hidrológicos y modelos, que se requieran en la evaluación de quebradas del ámbito regional y de influencia del proyecto; para el uso de SIG, se trabaja con información de imágenes

satelitales, que permiten conocer la cuenca de influencia en el área de estudio, con las características geomorfológicas de la cuenca, se puede estimar, la oferta hídrica; Moreno, Vicky (2017, p. 32), utiliza métodos matemáticos para determinar modelos que generen máximos caudales, tomando en cuenta variables como área de la cuenca, longitud del río principal, caudales máximos anuales, pendiente del cauce principal.

También se requiere conocer cuál es la eficiencia del canal que alimenta al sistema de riego, para esto Soicochea (2013, p. 67), determina la eficiencia de conducción por un pequeño canal de riego, de sección trapezoidal, revestido de concreto simple y diseñado para transportar una alta demanda de agua, con un sistema de conducción así se habla teóricamente de una eficiencia de conducción del 40%,y en canales de tierra se conoce un valor de 17% , siendo estos datos teóricos que nos permiten aproximar los cálculos a la situación real.

Córdova (2015, p. 74) afirma que es necesaria primero la determinación de las condiciones actuales de la infraestructura de riego en dicho caserío, siendo necesaria la recopilación de información de campo (realizar una visita de inspección ocular), que permitan criterios acordes a la realidad para realizar el respectivo diseño hidráulico del canal además de las obras de arte por lo cual en la mayoría de las zonas rurales actuales cuentan con canales de tierra, estos son canales que presentan dificultades en la conducción, puesto que existen obras de arte como: pases de agua, captaciones, tomas laterales, entre otras, que no son las más adecuadas, son mayormente improvisadas por la población usuaria, para ello se requiere plantear un mejoramiento en el sistema de riego.

Pérez (2016, p. 63) define que, para conocer cómo se puede diseñar la conducción en los sistemas de riego, se trabaja con dos sistemas, el primero siendo un sistema de canal abierto, el segundo un sistema de canal cerrado; para el caso de los canales abiertos, así también que un conducto abierto, es aquel flujo donde el agua transita por medio de la gravedad y no genera presión, como aquellas estructuras diseñadas de concreto armado que soportan momentos de torsión, compresión y flexión, fuerzas hidrostáticas que actúan con la acción del agua hacia la estructura, Estos conductos

permiten llevar de un punto inicial de captación de agua, hacia otro, abasteciendo a la zona proyectada de riego.

Alvaro y Henríquez (2014, p. 23) manifiestan que se requiere brindar seguridad y protección a las áreas de cultivo, para ello se necesitan estudios como determinación de caudal máximo en máxima avenida, mecánica de suelos, entre otros que permitan darles seguridad a las áreas cultivadas, debido a que eventos como máximas avenidas generan daños en diversos ámbitos, siendo uno de estos la agricultura, en la mayoría de las zonas rurales se trata con agricultura en temporales; además existen tiempos de estiaje donde el recurso hídrico se ve mermado, lo que dificulta la atención de todas las áreas cultivadas, es por ello que es necesario brindar a los cultivos, la oferta adecuada para cubrir con su necesidad agronómica, esta necesidad cambia de acuerdo al tipo de cultivo, cada cultivo requiere de una demanda de agua, además de que existen cultivos, que son permanentes (frutales), o cultivos transitorios los cuales cumplen un periodo vegetativo corto, dependiendo del cultivo, es por ello que para los problemas en los sistemas de riego, de canal abierto son demasiados, pero la búsqueda de soluciones a ellos son propuestas por profesionales dedicados a la investigación de estos eventos, y plantear soluciones técnicas sustentables.

Los problemas en los sistemas de riego, de canal abierto son demasiados, pero la búsqueda de soluciones a ellos son propuestas por profesionales dedicados a la investigación de estos eventos, y plantear soluciones técnicas sustentables.

III. METODOLOGÍA

En el presente trabajo de investigación, la mayor parte del trabajo se realizó en gabinete, debido a la coyuntura por la pandemia Covid-19 que se enfrentó en el periodo de la elaboración, lo que dificultó las salidas a campo para la recopilación de información necesaria para su elaboración, es por ello que se usaron diferente software que nos permitieron una aproximación a la problemática actual.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Básica

Diseño de investigación: No experimental: Correlacional causal o predictivo

Según Enfoque, Hernández, Fernández y Batista (2014), nos dice que nuestra tipología es de Enfoque Cuantitativo porque se utilizará la recolección de datos como la zona de estudio, con el fin de establecer un reporte de resultados.

Según Finalidad, Hernández, Fernández y Batista (2014), nos dice que es aplicada porque nos genera conocimiento con el fin de conocer la situación actual de estudio y poder plantear alternativas de solución optimizando el desarrollo económico, social y cultural de la población, en nuestro caso daremos una posible solución diseñando una línea de abastecimiento cumpliendo con parámetros teóricos y técnicos de diseño.

Según Nivel, Hernández, Fernández y Batista (2014), nos dice que es descriptivo porque nos permite recolectar información de manera independiente hasta poder tener una idea concisa de nuestro planteamiento

Según Temporalidad; Hernández, Fernández y Batista (2014), nos dice que es transversal porque se hace una toma de datos en un momento único de la zona de estudio con fines de poder llegar a una alternativa de solución.

3.2. Variables y Operacionalización

Definición conceptual: Para la presente investigación manejó una sola variable.

Escala de medición: Intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La infraestructura de riego del caserío de Sanagorán

Muestra: 1.3km de canal del caserío de Sanagorán

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica:

Análisis documental

Se utilizó la observación directa con el uso de software como el Google Earth, con lo que se identificó la zona de estudio, obteniendo datos necesarios para realizar los estudios básicos.

Behar (2008) nos dice que el marco metodológico de recogimiento de datos está establecido con el método de la observación (p. 55).

Además, se recopiló información como: trabajos de investigación, expedientes técnicos y otras referencias relacionados a la zona de estudios, lo que permitió realizar el diseño hidráulico.

Instrumentos:

Recolección de datos.

Software como Google Earth, que permitió la obtención de imágenes satelitales, con lo que se observó la zona de estudio, y se realizó una topografía (no de precisión), aproximada para el área de estudio.

Validez y confiabilidad; para la validez y confiabilidad de datos, se analizaron los registros históricos del SENAMHI, estocásticamente, lo que nos aproximan a la realidad.

3.5. Procedimiento

El procedimiento que se siguió para la elaboración de este trabajo de investigación se delimita en trabajo de campo y trabajo de gabinete como se detalla a continuación.

Trabajo de campo.

- Visita a la zona de estudio.

Trabajo de gabinete.

- Procesamiento de imágenes satelitales.

- Delimitación de la cuenca hidrográfica que interviene en la zona de estudio.
- Análisis de datos estadísticos.
- Diseño agronómico.
- Diseño hidráulico.
- Elaboración de informe de investigación

3.6. Método de análisis de datos

Se recopiló datos históricos desde el año 1963 a la fecha de la fuente de datos del SENAMHI, seleccionando 24 datos previo completado y análisis de los mismos, esto desde el año 1997 a la fecha, con los cuales se determinó caudales máximos con tiempos de retorno y caudales medios mensuales (Lutz Scholz) que se utilizaron posteriormente en el diseño hidráulico y agronómico del sistema de riego.

3.7. Aspectos éticos

La ética es fundamental para todo profesional, porque proporciona fiabilidad en el procedimiento de estudio, es por ello que el presente trabajo de investigación se ha referenciado de tesis de investigación y expedientes técnicos, artículos de fuentes confiables para su posterior redacción y revisión de jurados calificados. Es por ello que la ética y la moral deben ir en conjunto las cuales se reflejan en este estudio, citando correctamente al Manual ISO 690 y 690-2, además de analizar el porcentaje de similitud de la investigación con el programa Turnitin.

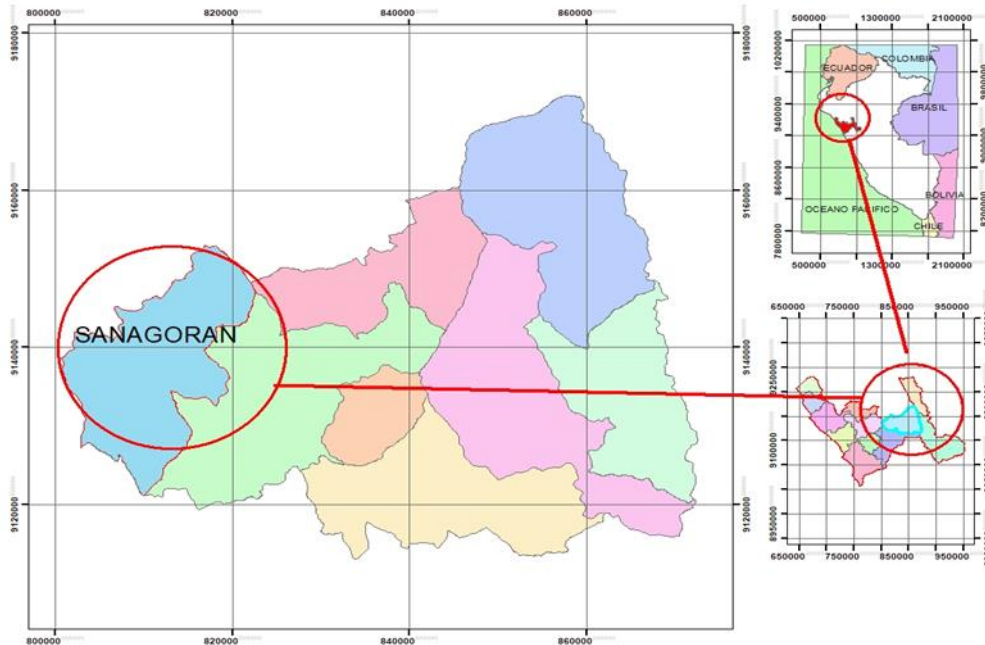
IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio comprende desde el Rio Tambo hacia las zonas de cultivos del caserío de Sanagorán, colinda con los distritos de Huamachuco y Marcabal. Se tomó esta zona de estudio porque frente a la realidad que presenta en la agricultura, afecta considerablemente el desarrollo social, económico y cultural del caserío.

Ubicación del área : Distrito de Sanagorán
Zona de Estudio : Caserío de Sanagorán
Distrito : Sanagorán
Provincia : Sánchez Carrión
Departamento : La Libertad

Figura1. Ubicación del Distrito de Sanagorán



Fuente: Elaboración propia

4.2. Topografía

Se utilizó programas como el Google Earth Pro, Excel y AutoCAD 2d, ArcGIS por lo cual nos ha brindado las curvas de nivel para poder diseñar la captación y la distribución del proyecto para ver la situación del terreno que presenta la zona de estudio.

4.2.1. Curvas de nivel

Las curvas de nivel son uno de los variados métodos que se utilizan para reflejar la forma tridimensional de la superficie terrestre en un mapa bidimensional; proporcionan información cuantitativa sobre el relieve.

4.2.2. Pendiente

La pendiente es uno de los parámetros que se ha utilizado mayormente sin darnos cuenta cuando hablamos de lo que cuesta subir una cierta inclinación que presenta el terreno. De su correcto conocimiento dependen muchas infraestructuras planificadas por los ingenieros; carreteras, restauraciones hidrológicas, viviendas y proyectos en general.

4.3. Estudio hidrológico

Para el estudio hidrológico es indispensable obtener información de aspectos como: datos meteorológicos, temperatura, humedad relativa y es por ello que el Diseño Hidráulico de la Infraestructura de Riego en el Caserío de Sanagorán se requiere de parámetros como son caudales máximos, medios para dar seguridad a la estructura que se quiere realizar.

4.3.1. Precipitaciones totales mensuales

Se realizó la recopilación de información, de datos históricos climáticos, del SENAMHI, de la estación CAJABAMBA, la cual se encuentra cerca de la zona de estudio. Información desde el periodo 1963 - 2020. Esta información fue considerada en el estudio.

Tabla1. Precipitaciones Mensuales

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1963	7.57	5.07	6.74	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1964	7.1	6.84	5.71	9.69	9.22	6.93	7.18	8.24	8.79	9.19	9.56	8.16
1965	S/D	S/D	9.36	7.2	5.16	4.26	3.62	3.87	5.83	5.76	S/D	6.2
1966	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1967	10.19	9.24	5.2	8.78	8.34	6.77	6.36	6.66	6.94	8.92	6.99	8.65
1968	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	6.32	7.21	8.82	S/D	S/D	7.81
1969	8.25	8.89	9.54	9.8	8.25	8.77	5.96	5.72	5.32	5.78	6.58	7.47
1970	7.77	6.56	6.28	7.87	6.28	4.7	4.44	4.35	5.6	7.31	6.66	8.03
1971	6.93	5.71	7.58	8.37	6.3	6.26	4.95	6.1	7.13	7.57	8	8.03
1972	7.9	7.26	9.08	8.27	7.83	6.47	5.39	6.01	7.95	8.78	8.77	9.6
1973	10.78	10.11	9.93	10.2	8.17	7.39	6.5	6.55	7.12	8.89	9.22	8.59
1974	8.34	8.82	9.09	8.47	6.6	8.06	5.32	7.24	7.15	8.46	9.63	9.08
1975	8.66	9.29	10.01	9.99	9.68	7.66	5.23	6.14	8.32	9.55	8.28	7.81
1976	10.06	8.75	8.37	8.18	8.29	6.35	4.95	5.85	8.09	8.72	8.28	8.84

1977	10	10.14	9.88	8.39	7.14	6.89	6.46	6.18	6.72	8.35	9.25	8.88
1978	8.77	8.06	7.65	8.66	7.19	4.44	6.41	5.21	8.41	6.97	8.67	8.24
1979	7.9	10.11	S/D	8.5	6.51	6.23	6.77	5.55	5.91	7.25	7.33	5.91
1980	5.61	5.34	6.6	S/D	S/D	S/D	S/D	8.36	S/D	S/D	S/D	S/D
1981	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	5.03	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1982	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1983	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1984	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	7.35	7.55	9.26
1985	9.91	10.31	9.67	9.49	8.41	6.83	6.04	7.98	9.02	8.85	8.28	10.18
1986	10.46	9.75	9.64	11.15	8.89	7.31	6.46	9.06	8.91	9.57	9.74	10.12
1987	11.38	10.9	9.85	10.41	8.76	7.69	8.63	8.46	10.18	9.93	10.8	11.93
1988	11.19	11.8	11.52	10.88	9.64	6.94	6.47	7.39	9.6	10.13	10.29	9.59
1989	10.95	10.88	10.15	10.67	7.46	7.48	6.11	7.71	9.27	10.41	8.91	8.01
1990	10.68	10.13	10.42	10.54	8.5	8.73	7	7.03	9.84	10.32	11.21	9.65
1991	9.95	9.92	10.55	10.4	8.84	7.27	5.66	6.97	7.93	9.68	9.49	9.61
1992	9.95	9.93	10.67	10.74	9.52	8.88	7.1	8.17	9.67	10.02	9.82	8.85
1993	9.92	9.87	9.92	10.91	13.36	11.11	7.9	6.6	9.69	10.28	9.47	11.36
1994	10.82	9.71	10.32	10.31	9.45	8.29	7.25	8.04	9.49	9.25	8.78	10.03
1995	10.32	10.33	10.97	9.83	8.46	8.21	8.26	7.84	9.11	9.97	10.43	9.72
1996	9.94	10.2	11.08	10.33	9.1	7.59	6.3	7.55	9.46	10.21	8.09	9.54
1997	8.85	10.95	9.26	9.55	9.74	7.77	7.37	8.82	10.41	11.58	11.57	12.47
1998	12.18	12.74	12.99	12.74	9.87	8.77	7.82	9.05	9.49	10.92	9.66	10.28
1999	11.12	11.26	10.89	11.44	10.24	10.03	8.39	8.58	10.3	10.1	10.85	11.28
2000	10.73	10.78	11.18	10.83	10.34	9.66	8.74	9.35	10.17	9.9	8.66	11.15
2001	11.26	11.54	11.46	10.83	10.33	8.59	9.24	8.91	10.62	12.06	11.78	11.59
2002	11.26	12.21	11.79	11.07	10.78	8.86	9.69	8.78	10.7	11.49	11.68	12.48
2003	12.09	11.93	11.42	11.69	10.89	9.27	8.18	9.02	9.96	10.85	10.36	11.61
2004	9.72	11.83	11.46	10.09	10.11	8.68	9.23	8.72	10.3	11.67	11.3	11.71
2005	11.11	12.73	12.03	11.79	8.97	9.63	7.9	8.92	10.19	11.33	9.46	10.53
2006	10.99	12.03	11.5	10.65	8.87	9.33	7.97	9.51	10.64	10.95	10.92	11.99
2007	12.74	10.69	11.68	11	10.26	8.43	8.81	9.09	9.3	10.11	11.29	10.3
2008	11.24	11.25	10.64	10.7	9.92	8.75	8.34	9.81	10.29	11.4	10.55	10.13
2009	11.17	11.32	11.44	11.21	11.57	10	9.15	9.89	10.14	11.26	10.84	11.78
2010	12.25	12.39	12.54	12.12	10.78	9.74	9.11	9.15	10.3	10.18	10.35	10.8
2011	10.62	10.5	10.21	10.83	9.88	9.4	9.08	9.65	10.56	10.17	11.53	11.46
2012	11.29	10.46	11.52	11.01	10.49	8.58	8.73	9.06	9.72	11.35	12.25	11.5
2013	12.32	11.56	11.98	11.31	10.81	9.89	8.43	9.47	9.76	11.74	10.57	11.58
2014	11.5	11.2	11.5	11.3	10.7	9.5	8.9	9.4	10.1	10.9	11.1	11.4
2015	11.0	12.1	11.6	11.1	9.9	9.2	8.6	9.0	10.4	11.3	10.7	11.7
2016	10.4	19.1	17.8	24.2	17.4	28.4	1	0.8	16.1	13.9	1.5	34
2017	24.2	14.4	31.2	20.3	16.8	5.2	0	15.4	1	14.6	1.8	12.6
2018	15.9	9.6	33.1	27.4	22.9	0.1	0.4	0.2	3	23.7	21.7	3.7
2019	14.1	30.9	26.5	24	27.6	2.7	0.5	0.4	0.2	21.8	4.9	14.5
2020	8.1	12.7	29.6	27.7	24.9	9	12.4	0.1	0			

S/D: SIN DATO - Fuente: Estación Meteorológica SENAMHI

4.4. Demanda por cultivo

En la zona de estudio sus cultivos son: la papa, pastos, frutales, maíz, legumbres y otros tipos de cultivo, siendo de materia prima para su productividad y exportación a diferentes puntos de abasto.

4.5. Precipitación efectiva

La precipitación efectiva es generada de las precipitaciones mensuales totales de un promedio mensual de cada año.

Tabla2. Precipitación efectiva

PRECIPITACION EFECTIVA (mm)												
ESTACION:												
Latitud:	7°37'18" S				Longitud:	78°3'4" W				Altitud	2480 m.s.n.m.	
Prec. efec.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
mm	8.35	8.93	10.36	9.77	8.87	6.40	5.19	5.57	6.50	8.62	7.16	8.54
días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
mm/día	0.27	0.32	0.33	0.33	0.29	0.21	0.17	0.18	0.22	0.28	0.24	0.28

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Evapotranspiración Potencial

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se usó el software Cropwat, el cual permite analizar datos como precipitación, temperatura, humedad media.

Figura2. Evapotranspiración Potencial usando Programa Cropwat

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	14.1	24.9	76	173	7.7	21.8	4.33
February	15.2	25.0	77	173	7.0	20.9	4.25
March	14.3	22.0	81	173	5.4	17.9	3.51
April	14.1	21.4	82	173	5.0	16.2	3.13
May	11.8	21.4	77	173	6.5	16.9	3.17
June	11.5	21.5	77	173	6.7	16.3	3.03
July	11.2	22.4	75	173	7.4	17.6	3.27
August	11.8	25.2	72	173	8.7	20.9	4.06
September	14.6	24.1	78	173	6.5	19.1	3.80
October	14.9	23.9	79	173	6.3	19.5	3.88
November	15.1	24.9	77	173	6.9	20.5	4.17
December	14.1	22.7	79	173	6.2	19.3	3.76
Average	13.6	23.3	77	173	6.7	18.9	3.70

4.7. Coeficiente de cultivos

Los coeficientes de cultivo son datos obtenidos de la FAO, estos fueron adecuados a la zona de estudio, en base a los meses de cultivo, para el trabajo de investigación se estudian dos momentos, un primer momento sin proyecto, y un segundo momento con proyecto (utilizando los criterios para mejorar el sistema hidráulico).

Tabla3. Coeficientes de cultivos

COEFICIENTE DE RIEGO o Kc DE LOS CULTIVOS SIN PROYECTO													
CULTIVO	Área (Has)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
MAIZ	2.00	0.85	1.20	0.75								0.35	0.65
PAPA	2.00	0.45		0.50	0.75	0.45	0.45				0.40	0.50	0.75
PASTOS	2.00	0.65	0.70	0.65	0.70	0.80	0.90	1.05	1.10	1.15	1.00	0.95	1.05
OTROS	3.25	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.75	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.75
Área cultivada	9.25												
Kc. Ponderado		0.69	0.69	0.71	0.63	0.60	0.56	0.49	0.52	0.55	0.62	0.72	0.79

Fuente. FAO

Tabla4. Coeficientes de cultivos

COEFICIENTE DE RIEGO o Kc DE LOS CULTIVOS CON PROYECTO													
CULTIVO	Área (Has)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
MAIZ	3.50	0.35	0.65	0.85	1.20	0.75		0.35	0.65	0.85	1.20	0.75	
PAPA	3.50	0.45		0.50	0.75	0.45	0.45				0.50	0.75	0.45
PASTOS	3.00	0.65	0.70	0.65	0.70	0.80	0.90	1.05	1.10	1.15	1.00	0.95	1.05
OTROS	4.80	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.75	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.75
Área cultivada	14.80												
Kc. Ponderado		0.56	0.56	0.73	0.89	0.75	0.53	0.54	0.64	0.71	0.90	0.86	0.56

Fuente. FAO

4.8. Oferta Hídrica

Para determinar la oferta hídrica se realizó de la siguiente metodología de trabajo.

Fase I: Trabajos Preliminar y de Campo

- Visita y reconocimiento de la zona de estudio.
- Recojo y revisión de información: imágenes de satélite, datos de clima, y otros documentos importantes que permitan un mejor conocimiento de la zona de estudio.
- Elaboración de información topográfica de la zona en estudio, con curvas a nivel apoyado en imágenes de satélite del Google Earth Pro.
- Evaluación preliminar de la zona del proyecto

Fase II: Trabajos de Gabinete

- Apoyado en el ArcGIS, se procesa la información topográfica, delimitando las áreas de influencia al terreno del proyecto.
- Cálculos de caudales máximos, por escorrentía superficial.
- Evaluación de riesgos por eventos naturales (intensidades máximas de lluvias). Identificación y evaluación de puntos y zonas críticas que ponen en riesgo el proyecto.

Fase III: Elaboración de los Planos

- Dibujo de los planos y elaboración del informe preliminar.
- Discusión de los resultados obtenidos con el asesor.

4.8.1. Estudio Hidráulico

Para el Estudio hidráulico se ha considerado trabajar con Caudal máximo, caudal medio, el cual permitirá diseñar obras de arte. Como una captación, una línea de conducción una línea de aducción, y los ramales de distribución de ser necesarios.

Además de ser necesario el caudal medio mensual, para determinar el estudio agronómico, puntualmente en el balance hídrico.

4.8.2. Criterios de Diseño Hidráulico

Para realizar los diseños, de las obras de arte se requiere conocer datos como caudales de eventos extraordinarios, como son caudales de máximas avenidas, eventos que en su mayoría son productos de FEN, para determinar estos se está haciendo uso de métodos como Gumbel, además de evaluar los caudales medios mensuales con métodos como Lutz Scholz.

4.8.3. Comportamiento del Río

Para el comportamiento del río, se evaluó temas como, los caudales de máximas avenidas, y los caudales medios mensuales, además se analizó información como la geomorfología de la cuenca que interviene en el proyecto

4.8.4. Caudal Máximo

Para el cálculo del caudal máximo se utilizan métodos estadísticos, como Gumbel, quien nos permite obtener caudales con periodos de retorno, con ello se trabajó en este proyecto de investigación, lo que permite determinar un caudal de máxima avenida para un evento extraordinario lo que permita diseñar una estructura que resista este evento.

Tabla5. Precipitación media mensual máxima

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	MAXIMO	MES
1997	8.85	10.95	9.26	9.55	9.74	7.77	7.37	8.82	10.41	11.58	11.57	12.47	12.5	DICIEMBRE
1998	12.18	12.74	12.99	12.74	9.87	8.77	7.82	9.05	9.49	10.92	9.66	10.28	13.0	MARZO
1999	11.12	11.26	10.89	11.44	10.24	10.03	8.39	8.58	10.30	10.10	10.85	11.28	11.4	ABRIL
2000	10.73	10.78	11.18	10.83	10.34	9.66	8.74	9.35	10.17	9.90	8.66	11.15	11.2	MARZO
2001	11.26	11.54	11.46	10.83	10.33	8.59	9.24	8.91	10.62	12.06	11.78	11.59	12.1	OCTUBRE
2002	11.26	12.21	11.79	11.07	10.78	8.86	9.69	8.78	10.70	11.49	11.68	12.48	12.5	DICIEMBRE
2003	12.09	11.93	11.42	11.69	10.89	9.27	8.18	9.02	9.96	10.85	10.36	11.61	12.1	ENERO
2004	9.72	11.83	11.46	10.09	10.11	8.68	9.23	8.72	10.30	11.67	11.30	11.71	11.8	FEBRERO
2005	11.11	12.73	12.03	11.79	8.97	9.63	7.90	8.92	10.19	11.33	9.46	10.53	12.7	FEBRERO
2006	10.99	12.03	11.50	10.65	8.87	9.33	7.97	9.51	10.64	10.95	10.92	11.99	12.0	FEBRERO
2007	12.74	10.69	11.68	11.00	10.26	8.43	8.81	9.09	9.30	10.11	11.29	10.30	12.7	ENERO
2008	11.24	11.25	10.64	10.70	9.92	8.75	8.34	9.81	10.29	11.40	10.55	10.13	11.4	OCTUBRE
2009	11.17	11.32	11.44	11.21	11.57	10.00	9.15	9.89	10.14	11.26	10.84	11.78	11.8	DICIEMBRE
2010	12.25	12.39	12.54	12.12	10.78	9.74	9.11	9.15	10.30	10.18	10.35	10.80	12.5	MARZO
2011	10.62	10.50	10.21	10.83	9.88	9.40	9.08	9.65	10.56	10.17	11.53	11.46	11.5	NOVIEMBRE
2012	11.29	10.46	11.52	11.01	10.49	8.58	8.73	9.06	9.72	11.35	12.25	11.50	12.3	NOVIEMBRE
2013	12.32	11.56	11.98	11.31	10.81	9.89	8.43	9.47	9.76	11.74	10.57	11.58	12.3	ENERO
2014	11.53	11.25	11.54	11.30	10.71	9.52	8.90	9.44	10.10	10.94	11.11	11.42	11.5	MARZO
2015	11.03	12.15	11.64	11.06	9.92	9.15	8.59	8.99	10.36	11.26	10.74	11.66	12.1	FEBRERO
2016	10.40	19.10	17.80	24.20	17.40	28.40	1.00	0.80	16.10	13.90	1.50	34.00	34.0	DICIEMBRE
2017	24.20	14.40	31.20	20.30	16.80	5.20	0.00	15.40	1.00	14.60	1.80	12.60	31.2	MARZO
2018	15.90	9.60	33.10	27.40	22.90	0.10	0.40	0.20	3.00	23.70	21.70	3.70	33.1	MARZO

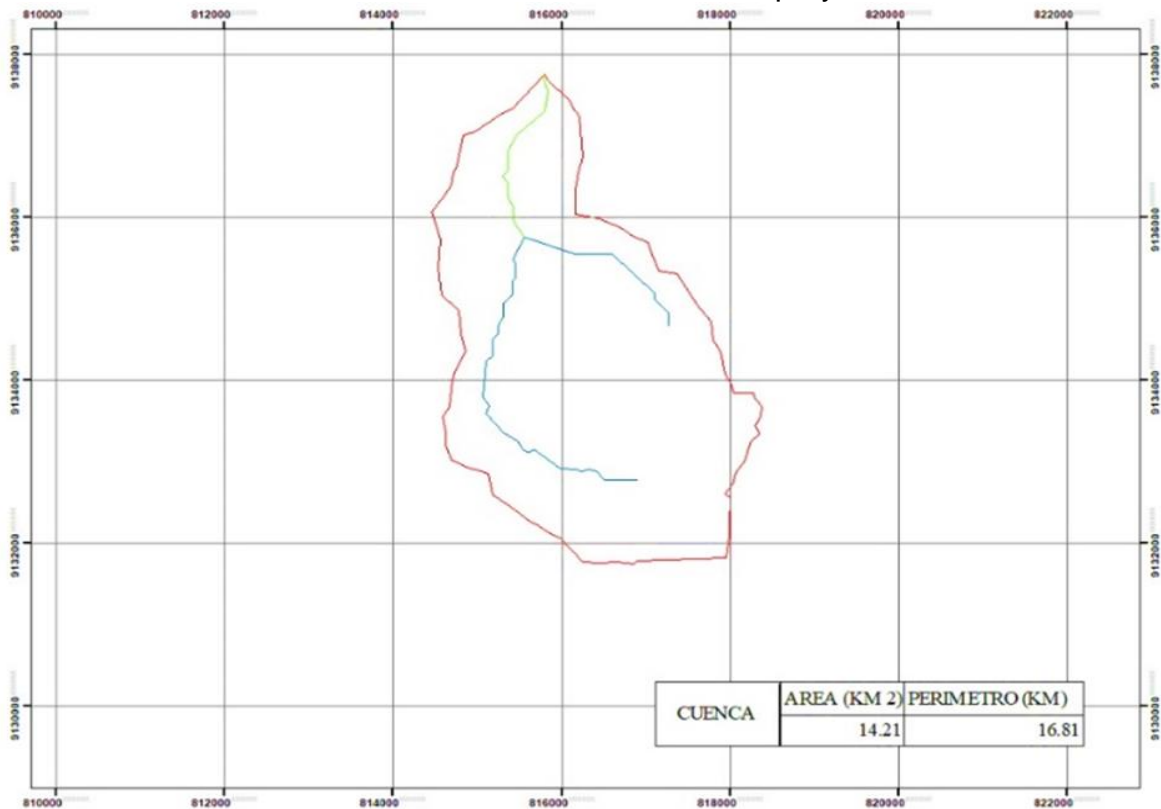
2019	14.10	30.90	26.50	24.00	27.60	2.70	0.50	0.40	0.20	21.80	4.90	14.50	30.9	FEBRERO
2020	8.10	12.70	29.60	27.70	24.90	9.00	12.40	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	29.6	MARZO
MAX	24.2	30.9	33.1	27.7	27.6	28.4	12.4	15.4	16.1	23.7	21.7	34		

Fuente: Elaboración Propia

DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA QUE INTERVIENE

Apoyado en las imágenes de Google Earth Pro de la zona en estudio, cartas nacionales y el ArcGIS, se han delimitado la microcuenca que interviene con el estudio hidrológico para la zona del estudio. Esta microcuenca suma un área de 14.21 km², y un perímetro de 16.81 km, las mismas que se definieron con las curvas a nivel cada 10 m. (ver mayores detalles e información en Figura 3.

Figura3. Vista de Planta área de influencia de la microcuenca dentro del ámbito del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

CAUDAL DEL DRENAJE PLUVIAL

Para calcular los caudales máximos que se darían diferentes tiempos de retorno, se ha priorizado la aplicación del Método Racional, recomendado para pequeñas áreas, y cuya fórmula es la siguiente:

$$Q = 0.278CIA$$

Q = Caudal máximo, en m³/s

C = Coeficiente de escorrentía, según tabla y recorrido de la zona;

I = Intensidad máxima de lluvias, en mm/h, obtenida de la información de las máximas precipitaciones calculadas por la Autoridad Nacional del Agua para Sanagorán, y comprobadas estadísticamente;

A = Área drenada, en Km².

CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES MÁXIMAS Y COEFICIENTE ESCORRENTÍA

Sanagorán es un caserío por tener un clima tropical, con precipitaciones medias anuales que varían de 4 a 12 mm/mes, en los meses de verano, (febrero a marzo). Estos valores se alteran con la presencia del fenómeno El Niño, como el caso del Niño Costero del año 2017, donde las precipitaciones máximas en 24 horas alcanzaron valores de 1078.83mm/día, caídas en marzo. Es de entender que esta precipitación máxima es de lejos el mayor valor en 19 años de registro.

Sanagorán presenta una diferencia en la precipitación entre el mes más seco y el mes más lluvioso es de 230 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es de 1.3 °C

Tabla6. Distribución de probabilidades pluviométricas, mediante Gumbel

N°	AÑO	MAXIMA PRECIPITACION (MES)	X_i	$(X_i - X)^2$
1	1997	DICIEMBRE	12.47	13.77
2	1998	MARZO	12.99	10.18
3	1999	ABRIL	11.44	22.48
4	2000	MARZO	11.18	25.01

5	2001	OCTUBRE	12.06	16.98
6	2002	DICIEMBRE	12.48	13.70
7	2003	ENERO	12.09	16.74
8	2004	FEBRERO	11.83	18.93
9	2005	FEBRERO	12.73	11.91
10	2006	FEBRERO	12.03	17.23
11	2007	ENERO	12.74	11.84
12	2008	OCTUBRE	11.4	22.86
13	2009	DICIEMBRE	11.78	19.37
14	2010	MARZO	12.54	13.26
15	2011	NOVIEMBRE	11.53	21.63
16	2012	NOVIEMBRE	12.25	15.45
17	2013	ENERO	12.32	14.91
18	2014	MARZO	11.538	21.56
19	2015	FEBRERO	12.146	16.28
20	2016	DICIEMBRE	34	317.52
21	2017	MARZO	31.2	225.57
22	2018	MARZO	33.1	286.25
23	2019	FEBRERO	30.9	216.65
24	2020	MARZO	29.6	180.07
PROMEDIO			16.18	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			8.210	

Fuente: Elaboración Propia

Nota: los datos en negrita son los datos de ocurrencia de FEN.

Apoyado en el programa Hidroesta y en modelos estadísticos, se ha calculado las Intensidades Máximas para diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 15, 20, 25, 50 y 100 años).

Tabla7. Cálculo de precipitaciones diarias máximas probables, para distintas frecuencias

Periodo de Retorno	Variable Reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de Ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT(mm)
2	0.367	28.347	0.500	29.477

5	1.500	33.806	0.800	34.936
10	2.250	37.420	0.900	38.550
15	2.674	39.459	0.933	40.589
20	2.970	40.887	0.950	42.017
25	3.199	41.986	0.960	43.116
50	3.902	45.374	0.980	46.504
100	4.600	48.736	0.990	49.866

Fuente: Elaboración Propia

Tabla8. Coeficientes para las relaciones a la lluvia

Duración, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	0.91	1.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla9. Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración y retorno

TIEMPO DE DURACIÓN	COCIENTE (%)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA PD (MM) POR TIEMPOS DE DURACIÓN							
		2 años	5 años	10 años	15 años	20 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	X24=100	15.96	23.22	28.02	30.73	32.63	34.09	38.59	43.06
18 hr	X18 =91	14.53	21.13	25.50	27.97	29.69	31.02	35.12	39.19
12hr	X12 =80	12.77	18.57	22.42	24.58	26.10	27.27	30.87	34.45
8 hr	X8 =68	10.85	15.79	19.05	20.90	22.19	23.18	26.24	29.28
6 hr	X6 =61	9.74	14.16	17.09	18.75	19.90	20.79	23.54	26.27
5 hr	X5 =57	9.10	13.23	15.97	17.52	18.60	19.43	22.00	24.55
4 hr	X4 =52	8.30	12.07	14.57	15.98	16.97	17.73	20.07	22.39
3 hr	X3 =46	7.34	10.68	12.89	14.14	15.01	15.68	17.75	19.81
2 hr	X2 =39	6.23	9.05	10.93	11.99	12.73	13.30	15.05	16.79
1 hr	X1 =30	4.79	6.97	8.41	9.22	9.79	10.23	11.58	12.92

Fuente: Elaboración Propia

Tabla10. Intensidades de lluvia a partir de pd, según duración de precipitación y frecuencia de la misma

TIEMPO DE DURACIÓN		INTENSIDAD DE LA LLUVIA (MM/HR), SEGÚN PERIODO DE RETORNO							
Hr	min	2 años	5 años	10 años	15 años	20 años	25 años	50 años	100 años
24	1440	0.67	0.97	1.17	1.28	1.36	1.42	1.61	1.79

18	1080	0.81	1.17	1.42	1.55	1.65	1.72	1.95	2.18
12	720	1.06	1.55	1.87	2.05	2.18	2.27	2.57	2.87
8	480	1.36	1.97	2.38	2.61	2.77	2.90	3.28	3.66
6	360	1.62	2.36	2.85	3.12	3.32	3.47	3.92	4.38
5	300	1.82	2.65	3.19	3.50	3.72	3.89	4.40	4.91
4	240	2.08	3.02	3.64	4.00	4.24	4.43	5.02	5.60
3	180	2.45	3.56	4.30	4.71	5.00	5.23	5.92	6.60
2	120	3.11	4.53	5.46	5.99	6.36	6.65	7.53	8.40
1	60	4.79	6.97	8.41	9.22	9.79	10.23	11.58	12.92

Fuente: Elaboración Propia

DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS

Identificados los valores del Método Racional CIA, se procede a realizar la operación cuyos resultados se presentan en la tabla 11. El caudal máximo instantáneo es de 9.35 m³/segundo, para un tiempo de retorno de 5 años; siendo la microcuenca que influye, en el proyecto.

Tabla11. Caudales máximos instantáneos

Q m³/s		C	I	A	DESCRIPCIÓN	
9.35	0.278	0.34	6.97	14.21	5	Años
11.95	0.278	0.36	8.41	14.21	10	Años
16.16	0.278	0.4	10.23	14.21	25	Años
19.66	0.278	0.43	11.58	14.21	50	Años

Fuente: Elaboración Propia

Tabla12. Coeficientes de escorrentía

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)			
	5	10	25	50
ÁREAS DESARROLLADAS				
Asfalto	0.77	0.81	0.86	0.90
Concreto	0.80	0.83	0.88	0.92
Zonas verdes (jardines, parques)				
Condición pobre (cubierta de pasto)				
Plano, 0 – 2%	0.34	0.37	0.40	0.44
Promedio, 2 – 7%	0.40	0.43	0.46	0.49
Pendiente superior al 7%	0.43	0.45	0.49	0.52
Condición promedio (cubierta de				

Plano, 0 – 2%	0.28	0.30	0.34	0.37
Promedio, 2 – 7%	0.36	0.38	0.42	0.45
Pendiente superior al 7%	0.40	0.42	0.46	0.49
<i>Condición buena (cubierta de pasto)</i>				
Plano, 0 – 2%	0.23	0.25	0.29	0.32
Promedio, 2 – 7%	0.32	0.35	0.39	0.42
Pendiente superior al 7%	0.37	0.40	0.44	0.47
<i>Área de cultivos</i>				
Plano, 0 – 2%	0.34	0.36	0.40	0.40
Promedio, 2 – 7%	0.38	0.41	0.44	0.48
<i>Área de pastizales</i>				
Plano, 0 – 2%	0.28	0.30	0.34	0.37
Promedio, 2 – 7%	0.36	0.38	0.42	0.45
<i>Área de bosques</i>				
Plano, 0 – 2%	0.25	0.28	0.31	0.35
Promedio, 2 – 7%	0.34	0.36	0.40	0.43

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austi, Texas.

CAUDAL MEDIO

Para este caudal medio se ha trabajado con el Método de Lutz Scholz obteniendo un caudal.

Tabla13. Selección de datos para el estudio

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1997	8.85	10.95	9.26	9.55	9.74	7.77	7.37	8.82	10.41	11.58	11.57	12.47
1998	12.18	12.74	12.99	12.74	9.87	8.77	7.82	9.05	9.49	10.92	9.66	10.28
1999	11.12	11.26	10.89	11.44	10.24	10.03	8.39	8.58	10.3	10.1	10.85	11.28
2000	10.73	10.78	11.18	10.83	10.34	9.66	8.74	9.35	10.17	9.9	8.66	11.15
2001	11.26	11.54	11.46	10.83	10.33	8.59	9.24	8.91	10.62	12.06	11.78	11.59
2002	11.26	12.21	11.79	11.07	10.78	8.86	9.69	8.78	10.7	11.49	11.68	12.48
2003	12.09	11.93	11.42	11.69	10.89	9.27	8.18	9.02	9.96	10.85	10.36	11.61
2004	9.72	11.83	11.46	10.09	10.11	8.68	9.23	8.72	10.3	11.67	11.3	11.71
2005	11.11	12.73	12.03	11.79	8.97	9.63	7.9	8.92	10.19	11.33	9.46	10.53
2006	10.99	12.03	11.5	10.65	8.87	9.33	7.97	9.51	10.64	10.95	10.92	11.99
2007	12.74	10.69	11.68	11	10.26	8.43	8.81	9.09	9.3	10.11	11.29	10.3
2008	11.24	11.25	10.64	10.7	9.92	8.75	8.34	9.81	10.29	11.4	10.55	10.13
2009	11.17	11.32	11.44	11.21	11.57	10	9.15	9.89	10.14	11.26	10.84	11.78
2010	12.25	12.39	12.54	12.12	10.78	9.74	9.11	9.15	10.3	10.18	10.35	10.8
2011	10.62	10.5	10.21	10.83	9.88	9.4	9.08	9.65	10.56	10.17	11.53	11.46
2012	11.29	10.46	11.52	11.01	10.49	8.58	8.73	9.06	9.72	11.35	12.25	11.5
2013	12.32	11.56	11.98	11.31	10.81	9.89	8.43	9.47	9.76	11.74	10.57	11.58

2014	11.53	11.246	11.538	11.3	10.706	9.522	8.9	9.444	10.096	10.94	11.108	11.424
2015	11.034	12.146	11.64	11.06	9.924	9.154	8.594	8.99	10.358	11.258	10.744	11.664
2016	10.4	19.1	17.8	24.2	17.4	28.4	1	0.8	16.1	13.9	1.5	34
2017	24.2	14.4	31.2	20.3	16.8	5.2	0	15.4	1	14.6	1.8	12.6
2018	15.9	9.6	33.1	27.4	22.9	0.1	0.4	0.2	3	23.7	21.7	3.7
2019	14.1	30.9	26.5	24	27.6	2.7	0.5	0.4	0.2	21.8	4.9	14.5
2020	8.1	12.7	29.6	27.7	24.9	9	12.4	0.1				

Fuente: Senamhi

Para el estudio como se muestra en la tabla 13, se seleccionan datos para tener una muestra representativa, lo que nos permita obtener cálculos estadísticos más próximos a la realidad, estos cálculos fueron necesarios para la obtención de los caudales medios mensuales.

Tabla14. Matriz de variabilidad de precipitaciones

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1997	0.247	0.145	0.445	0.353	0.235	0.11	0.004	0.069	0.09	0.059	0.107	0.022
1998	0.019	0.002	0.14	0.093	0.216	0.028	0.031	0.084	0.015	0.108	0.044	0.148
1999	0.071	0.131	0.343	0.219	0.212	0.078	0.085	0.054	0.088	0.194	0.054	0.08
2000	0.107	0.177	0.325	0.279	0.208	0.047	0.118	0.124	0.079	0.216	0.14	0.094
2001	0.056	0.101	0.278	0.259	0.194	0.046	0.151	0.079	0.11	0.022	0.129	0.051
2002	0.054	0.044	0.242	0.231	0.151	0.022	0.182	0.066	0.113	0.067	0.116	0.022
2003	0.013	0.069	0.28	0.187	0.147	0.011	0.063	0.088	0.055	0.122	0.011	0.049
2004	0.187	0.079	0.283	0.326	0.216	0.039	0.153	0.064	0.085	0.055	0.09	0.041
2005	0.064	0.002	0.218	0.17	0.291	0.038	0.038	0.075	0.071	0.078	0.06	0.131
2006	0.078	0.061	0.275	0.274	0.316	0.016	0.046	0.129	0.112	0.114	0.057	0.017
2007	0.064	0.162	0.246	0.232	0.189	0.056	0.109	0.089	0.001	0.173	0.083	0.149
2008	0.061	0.132	0.366	0.285	0.241	0.034	0.081	0.162	0.088	0.081	0.028	0.182
2009	0.065	0.122	0.286	0.233	0.093	0.073	0.147	0.164	0.072	0.09	0.052	0.036
2010	0.026	0.03	0.181	0.146	0.151	0.048	0.135	0.095	0.081	0.171	0.01	0.112
2011	0.114	0.196	0.399	0.271	0.242	0.023	0.144	0.147	0.11	0.186	0.113	0.064
2012	0.052	0.188	0.269	0.24	0.178	0.046	0.107	0.09	0.035	0.079	0.165	0.057
2013	0.032	0.097	0.23	0.214	0.151	0.061	0.082	0.123	0.038	0.047	0.028	0.05
2014	0.035	0.131	0.284	0.23	0.17	0.033	0.128	0.129	0.07	0.12	0.076	0.067
2015	0.074	0.051	0.261	0.238	0.226	0.001	0.097	0.085	0.088	0.087	0.042	0.044
2016	0.045	0.186	0.088	0.301	0.139	0.566	0.189	0.211	0.2	0.046	0.257	0.641
2017	0.393	0.053	0.525	0.204	0.132	0.126	0	0.238	0.266	0.073	0.27	0.013
2018	0.12	0.095	0.553	0.406	0.309	0.273	0.212	0.234	0.19	0.344	0.347	0.257
2019	0.07	0.587	0.378	0.325	0.483	0.208	0.224	0.245	0.294	0.307	0.172	0.074
2020	0.129	0.002	0.5	0.465	0.413	0.005	0.168	0.266				

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 14 que muestra la matriz de variabilidad, generada a partir del método de Lutz Scholz, el cual nos permite conocer datos de caudales medios

mensuales en base a la precipitación registrada en una estación meteorológica cercana.

Tabla15. Precipitaciones totales mensuales estimadas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1997	149.77	87.92	269.83	214.05	142.5	66.7	2.43	41.84	54.57	35.78	64.88	13.34
1998	11.52	1.21	84.89	56.39	130.98	16.98	18.8	50.94	9.1	65.49	26.68	89.74
1999	43.05	79.43	207.98	132.8	128.55	47.3	51.54	32.74	53.36	117.64	32.74	48.51
2000	64.88	107.33	197.07	169.18	126.12	28.5	71.55	75.19	47.9	130.98	84.89	57
2001	33.96	61.24	168.57	157.05	117.64	27.89	91.56	47.9	66.7	13.34	78.22	30.92
2002	32.74	26.68	146.74	140.07	91.56	13.34	110.36	40.02	68.52	40.63	70.34	13.34
2003	7.88	41.84	169.78	113.39	89.14	6.67	38.2	53.36	33.35	73.98	6.67	29.71
2004	113.39	47.9	171.6	197.68	130.98	23.65	92.77	38.81	51.54	33.35	54.57	24.86
2005	38.81	1.21	132.19	103.08	176.45	23.04	23.04	45.48	43.05	47.3	36.38	79.43
2006	47.3	36.99	166.75	166.15	191.61	9.7	27.89	78.22	67.91	69.13	34.56	10.31
2007	38.81	98.23	149.17	140.68	114.6	33.96	66.09	53.97	0.61	104.9	50.33	90.35
2008	36.99	80.04	221.93	172.82	146.14	20.62	49.12	98.23	53.36	49.12	16.98	110.36
2009	39.41	73.98	173.42	141.28	56.39	44.27	89.14	99.44	43.66	54.57	31.53	21.83
2010	15.77	18.19	109.75	88.53	91.56	29.11	81.86	57.61	49.12	103.69	6.06	67.91
2011	69.13	118.85	241.94	164.33	146.74	13.95	87.32	89.14	66.7	112.78	68.52	38.81
2012	31.53	114	163.11	145.53	107.93	27.89	64.88	54.57	21.22	47.9	100.05	34.56
2013	19.4	58.82	139.47	129.76	91.56	36.99	49.72	74.58	23.04	28.5	16.98	30.32
2014	21.22	79.43	172.21	139.47	103.08	20.01	77.62	78.22	42.45	72.76	46.08	40.63
2015	44.87	30.92	158.26	144.32	137.04	0.61	58.82	51.54	53.36	52.75	25.47	26.68
2016	27.29	112.78	53.36	182.52	84.29	343.21	114.6	127.94	121.27	27.89	155.84	388.68
2017	238.3	32.14	318.34	123.7	80.04	76.4	0	144.32	161.29	44.27	163.72	7.88
2018	72.76	57.61	335.32	246.19	187.37	165.54	128.55	141.89	115.21	208.59	210.41	155.84
2019	42.45	355.94	229.21	197.07	292.88	126.12	135.83	148.56	178.27	186.16	104.3	44.87
2020	78.22	1.21	303.19	281.96	250.43	3.03	101.87	161.29				

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 15 se calculan las precipitaciones mensuales, es con ayuda del método de Lutz Scholz.

Tabla16. Caudales medios generados

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1997	20.97	12.31	37.78	29.97	19.95	9.34	0.34	5.86	7.64	5.01	9.08	1.87
1998	1.61	0.17	11.88	7.89	18.34	2.38	2.63	7.13	1.27	9.17	3.74	12.56
1999	6.03	11.12	29.12	18.59	18	6.62	7.22	4.58	7.47	16.47	4.58	6.79
2000	9.08	15.03	27.59	23.69	17.66	3.99	10.02	10.53	6.71	18.34	11.88	7.98
2001	4.75	8.57	23.6	21.99	16.47	3.9	12.82	6.71	9.34	1.87	10.95	4.33
2002	4.58	3.74	20.54	19.61	12.82	1.87	15.45	5.6	9.59	5.69	9.85	1.87
2003	1.1	5.86	23.77	15.87	12.48	0.93	5.35	7.47	4.67	10.36	0.93	4.16
2004	15.87	6.71	24.02	27.68	18.34	3.31	12.99	5.43	7.22	4.67	7.64	3.48

2005	5.43	0.17	18.51	14.43	24.7	3.23	3.23	6.37	6.03	6.62	5.09	11.12
2006	6.62	5.18	23.35	23.26	26.83	1.36	3.9	10.95	9.51	9.68	4.84	1.44
2007	5.43	13.75	20.88	19.7	16.04	4.75	9.25	7.56	0.09	14.69	7.05	12.65
2008	5.18	11.21	31.07	24.19	20.46	2.89	6.88	13.75	7.47	6.88	2.38	15.45
2009	5.52	10.36	24.28	19.78	7.89	6.2	12.48	13.92	6.11	7.64	4.41	3.06
2010	2.21	2.55	15.37	12.39	12.82	4.08	11.46	8.07	6.88	14.52	0.85	9.51
2011	9.68	16.64	33.87	23.01	20.54	1.95	12.22	12.48	9.34	15.79	9.59	5.43
2012	4.41	15.96	22.84	20.37	15.11	3.9	9.08	7.64	2.97	6.71	14.01	4.84
2013	2.72	8.23	19.53	18.17	12.82	5.18	6.96	10.44	3.23	3.99	2.38	4.24
2014	2.97	11.12	24.11	19.53	14.43	2.8	10.87	10.95	5.94	10.19	6.45	5.69
2015	6.28	4.33	22.16	20.2	19.19	0.09	8.23	7.22	7.47	7.39	3.57	3.74
2016	3.82	15.79	7.47	25.55	11.8	48.05	16.04	17.91	16.98	3.9	21.82	54.42
2017	33.36	4.5	44.57	17.32	11.21	10.7	0	20.2	22.58	6.2	22.92	1.1
2018	10.19	8.07	46.94	34.47	26.23	23.18	18	19.86	16.13	29.2	29.46	21.82
2019	5.94	49.83	32.09	27.59	41	17.66	19.02	20.8	24.96	26.06	14.6	6.28
2020	10.95	0.17	42.45	39.47	35.06	0.42	14.26	22.58	0	0	0	0
PROMEDIO	7.7	10.06	26.16	21.86	18.76	7.03	9.53	11	8.32	10.04	8.67	8.49

Fuente: Elaboración Propia

Tabla17. Caudales medios mensuales

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
CAUDAL m3/s	7.7	10.06	26.16	21.86	18.76	7.03	9.53	11	8.32	10.04	8.67	8.49
caudal L/s	7700	10060	26160	21860	18760	7030	9530	11000	8320	10040	8670	8490

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 17 se muestran los caudales medios mensuales promedios, los que será utilizados para el diseño agronómico, puntualmente en el balance hídrico.

4.8.5. Análisis de la demanda sin y con proyecto

Tabla18. Demanda de agua sin proyecto

DESCRIPCION		ENE	FEB	MAR	ABR	MA Y	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ETO	ET _o (mm/mes)	4.3	4.2	3.5	3.1	3.2	3.0	3.3	4.1	3.8	3.9	4.2	3.8
PE	(mm/mes)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
MAIZ	kc	0.7	0.7	0.7							0.6	0.7	0.8
	ET _c (mm)	3.0	2.9	2.5							2.4	3.0	3.0
	Área	2.0	2.0	2.0								2.0	2.0
	D _n (m3/mes)	9478.7	8320.4	7593.8								9488.2	9538.1
PAPA	kc	0.7		0.7	0.6	0.6	0.6				0.6	0.7	0.8
	ET _c (mm)	3.0		2.5	2.0	1.9	1.7				2.4	3.0	3.0
	Área	2.0		2.0	2.0	2.0	2.0				2.0	2.0	2.0

	Dn (m3/mes)	6195.5		5045.3	3121.7	3067.1	2447.9				4255.2	6634.2	7365.4
PASTOS	kc	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
	ETc (mm)	3.0	2.9	2.5	2.0	1.9	1.7	1.6	2.1	2.1	2.4	3.0	3.0
	Área	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Dn (m3/mes)	9293.3	8166.1	7567.9	4682.5	4600.7	3671.9	3272.9	4827.3	4713.1	6382.8	9951.4	11048.1
OTROS	kc	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8
	ETc (mm)	3.0	2.9	2.5							2.4	3.0	3.0
	Área	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
	Dn (m3/mes)	10067.7	8846.6	8198.6							6914.7	10780.6	11968.8
Dn Total m3/Mes		35035.1	25333.1	28405.5	7804.1	7667.8	6119.8	3272.9	4827.3	4713.1	17552.8	36854.5	39920.5
Eficiencia de riego Er=%		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Área sembrada	Ha	58.5	58.5	58.5	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	48.5	58.5	58.5	58.5
Total, demanda	m3/mes	35035.1	25333.1	28405.5	7804.1	7667.8	6119.8	3272.9	4827.3	4713.1	17552.8	36854.5	39920.5
	l/s	17.4	14.0	14.1	4.0	3.8	3.2	1.6	2.4	2.4	8.7	19.0	19.9
Volumen anual	m3	217506.3											

Fuente: Elaboración Propia

Tabla19. Demanda de agua con proyecto

DESCRIPCION		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
ETO	ETo (mm/mes)	4.3	4.2	3.5	3.1	3.2	3.0	3.3	4.1	3.8	3.9	4.2	3.8
PE	(mm/mes)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
MAIZ	kc	0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	0.5				0.9	0.9	0.6
	ETc (mm)	2.4		2.6	2.8	2.4	1.6				3.5	3.6	2.1
	Área	3.5		3.5	3.5	3.5	3.5				3.5	3.5	3.5
	Dn (m3)	7288.9		7553.1	8073.5	7092.9	4553.2				10897.2	11012.6	6206.8
PAPA	kc	0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	0.5				0.9	0.9	0.6
	ETc (mm)	2.4		2.6	2.8	2.4	1.6				3.5	3.6	2.1
	Área	3.5		3.5	3.5	3.5	3.5				3.5	3.5	3.5
	Dn (m3)	7288.9		7553.1	8073.5	7092.9	4553.2				10897.2	11012.6	6206.8
PASTOS	kc	0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9	0.6
	ETc (mm)	2.4	2.4	2.6	2.8	2.4	1.6	1.8	2.6	2.7	3.5	3.6	2.1
	Área	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Dn (m3)	6247.6	5394.3	6474.1	6920.1	6079.6	3902.7	4645.8	7027.9	6978.7	9340.4	9439.4	5320.1
OTROS	kc	0.6	0.6	0.7	0.9	0.8	0.5	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9	0.6
	ETc (mm)	2.4	2.4	2.6	2.8	2.4	1.6	1.8	2.6	2.7	3.5	3.6	2.1
	Área	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
	Dn (m3)	9996.2	8630.9	10358.6	11072.2	9727.4	6244.4	7433.3	11244.6	11165.9	14944.7	15103.0	8512.2
Dn Total m3		24574.0	8630.9	25464.8	27219.1	23913.1	15350.8	7433.3	11244.6	11165.9	36739.0	37128.2	20925.9
eficiencia de riego Er=%		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Área sembrada	Ha	11.8	4.8	11.8	11.8	11.8	11.8	4.8	4.8	4.8	11.8	11.8	11.8

total demanda	m3	24574.0	8630.9	25464.8	27219.1	23913.1	15350.8	7433.3	11244.6	11165.9	36739.0	37128.2	20925.9
	l/s	12.2	4.8	12.7	14.0	11.9	7.9	3.7	5.6	5.7	18.3	19.1	10.4
volumen anual	m3	249789.4											

Fuente: Elaboración Propia

DISPONIBILIDAD HIDRICA A ASIGNAR

Balance Hídrico sin proyecto y con proyecto

El balance hídrico con fines de asignación de agua se efectuó entre la oferta hídrica y la demanda de agua de Sanagorán, se obtiene que no se presenta déficit hídrico, la disponibilidad de agua de la fuente hídrica cubrirá la demanda del área actual y proyectada del cultivo, tal como se tiene en el siguiente.

Tabla20. Balance Hídrico sin proyecto

DESCRIPCION	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
DEMANDA DE AGUA (l/s)	8.74	18.96	19.87	17.44	13.96	14.14	4.01	3.82	3.15	1.63	2.4	2.42
OFERTA HIDRICA (lt/s)	10040	8670	8490	7700	10060	26160	21860	18760	7030	9530	11000	8320
BALANCE HIDRICO	10031.26	8651.04	8470.13	7682.56	10046.04	26145.86	21855.99	18756.18	7026.85	9528.37	10997.6	8317.58

Grafico1. Balance Hídrico sin proyecto

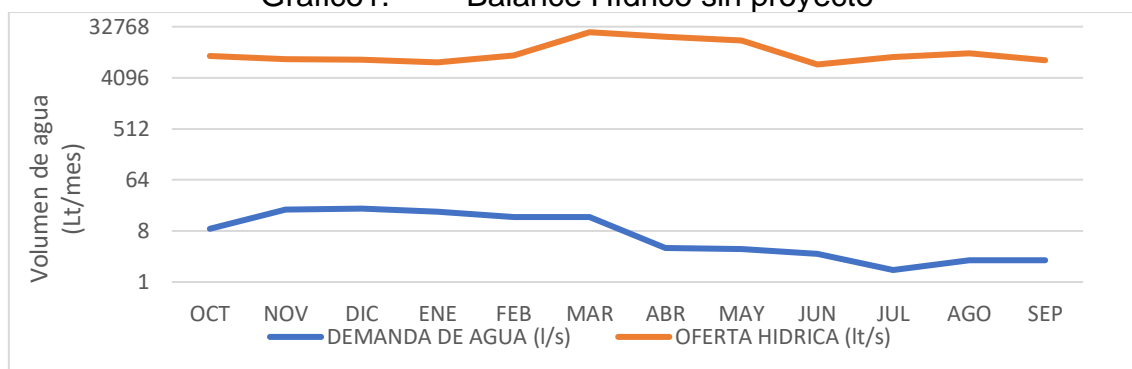
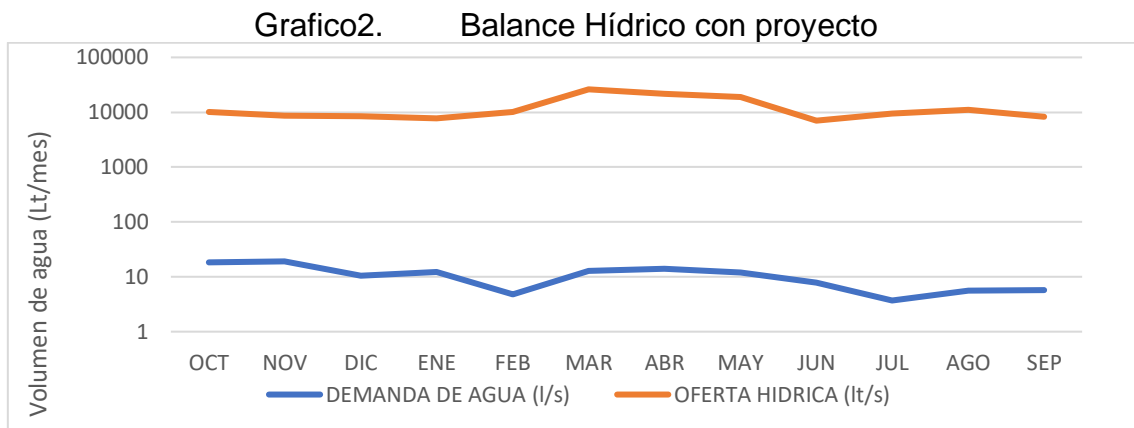


Tabla21. Balance Hídrico con proyecto

DESCRIPCION	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
DEMANDA DE AGUA (l/s)	18.29	19.1	10.42	12.23	4.76	12.68	14	11.9	7.9	3.7	5.6	5.74
OFERTA HIDRICA (lt/s)	10040	8670	8490	7700	10060	26160	21860	18760	7030	9530	11000	8320
BALANCE HIDRICO	10021.71	8650.9	8479.58	7687.77	10055.24	26147.32	21846	18748.1	7022.1	9526.3	10994.4	8314.26



Volumen de Asignación de Agua al Bloque de Riego.

Del balance hídrico se obtiene que el volumen de asignación de agua del es de **249 789.4 m³/año**, y la asignación unitaria o módulo de riego promedio es **20 815.8m³/ha/año**. La distribución mensual se detalla en el cuadro y para el diseño se considerará un caudal **19.1 l/s** para garantizar la oferta y la operación del sistema; pero en base a la información que se recopiló para efectos de cálculo se utilizará un caudal de diseño **Q=239 l/s**, por el uso del agua para que beban los animales, y los diferentes usos presentes.

4.8.6. Velocidad mínima permisible

La velocidad mínima permisible es aquella que no permite sedimentación, el valor es muy variable, cuando el agua fluye sin limo este valor carece de importancia, pero al bajar su velocidad esto da pie al crecimiento de las plantas, en canales de tierra. La velocidad apropiada que no permite sedimentación e impide el crecimiento de plantas en el canal es de valor 0.8 m/s (Krochin, 1987).

4.8.7. Diseño de Bocatoma

Para diseñar la bocatoma se ha tenido que reconocer el terreno, en estos la captación está ubicada en el Rio tambo en las coordenadas UTM 17S 815770.45 – E9137275.55, así también, se realizó un estudio hidrológico donde se obtuvo en base a las precipitaciones máximas mensuales caudales máximos de 9.35 m³/s en un tiempo de retorno de 5 años, este dato fue calculado, utilizando métodos estadísticos probabilísticos.

CALCULO DEL AZUD

Figura4. Planta donde se diseñará la Bocatoma

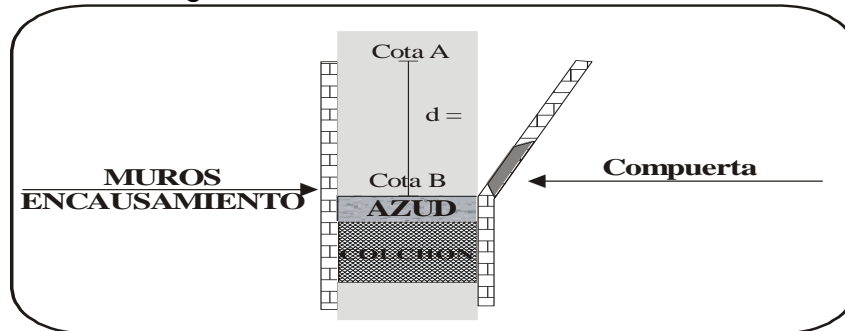
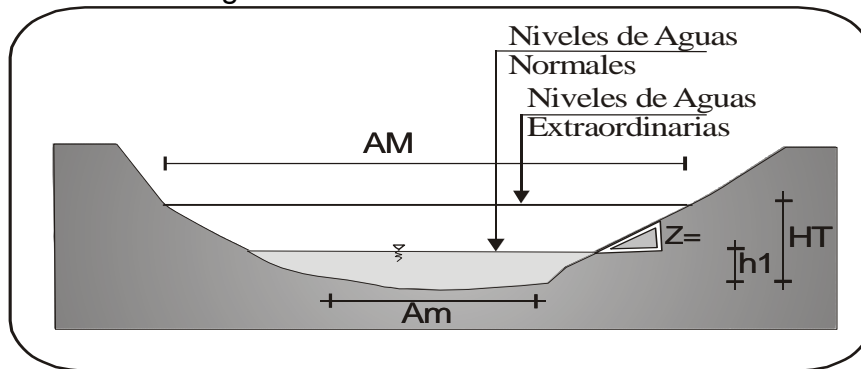


Figura5. Corte de río a diseñar la Bocatoma



COTA A =	2777.50	m.s.n.m
COTA B =	2777.00	m.s.n.m
Long. =d =	10.00	m
h1 =	0.30	m
HT = y =	0.75	m
AM =	1.5	m
Am = b =	22.90	m
Z =	1.00	
Hazud =	0.50	m
Factor K =	22	

1,- PENDIENTE DEL RÍO

$$I = h * 100 / \text{Long.}$$

5.00 %

2,- AREA DEL RÍO

$$A = by + zy^2$$

A = 17.738 m²

3,- PERIMETRO MOJADO

4,- RADIO HIDRÁULICO

$$P = b + 2y(1+Z^2)^{1/2}$$

25.02 ml

$$R = A/P$$

R = 0.71

5,- VELOCIDAD

$$V = K R^{2/3} |^{1/2}$$

3.91 m/s

6,- CAUDAL

$$Q = A * V$$

Q = 9.35 m3/s

7,- CAUDAL Q2

$$Q2 = 1,5 * Q$$

14.03 m3/s

Caudal de Diseño.

8,- COEFICIENTE M

KONOVALOF

$$M = (0,407 + (0,045H/H+y1)) * (1 + 0,285(H/H+y2)^2) * ((2*9,81)^{1/2})$$

2.19

BAZIN

$$M = (1,794 + 0,0133/H) * (1 + 0,55(H/H+y1)^2)$$

2.29

DONDE

$$T = b = b + 2zy$$

23.90 m

9,- HALLANDO H.

$$Q = M * b * H^{3/2}$$

$$H^{3/2}$$

$$H =$$

$$(Q/Mb)^{2/3}$$

H = 0.42

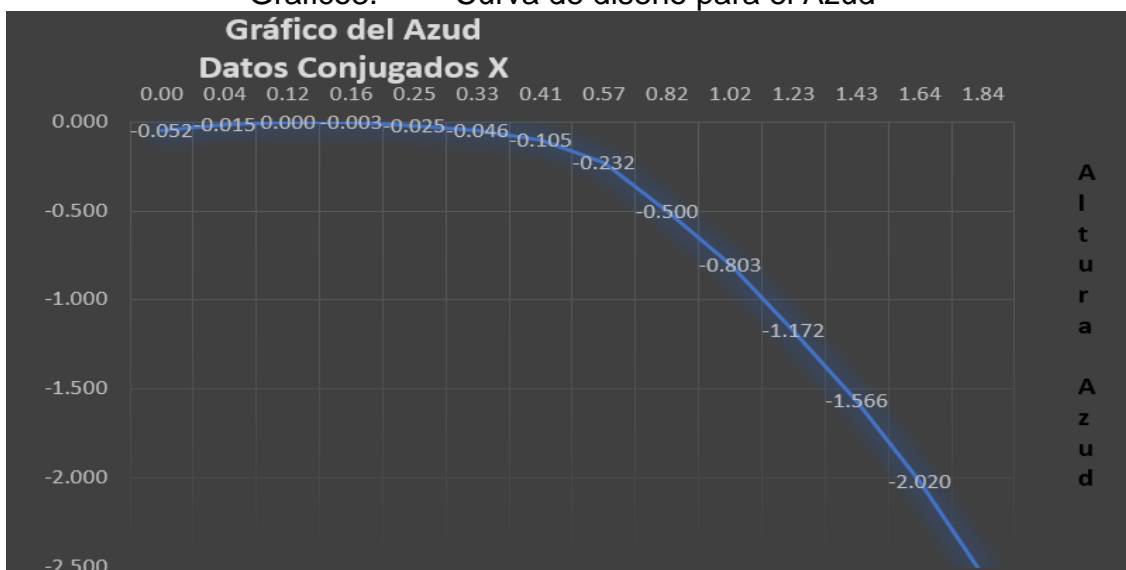
H = 0.40

H = 0.41

De Diseño

TABLA DE VALORES				
DATOS PARA 1m.		H	DATOS CONJUGADOS	
X	Y	0.41	X	Y
0.000	0.126	0.41	0.00	-0.052
0.100	0.036	0.41	0.04	-0.015
0.300	0.000	0.41	0.12	0.000
0.400	0.007	0.41	0.16	-0.003
0.600	0.060	0.41	0.25	-0.025
0.800	0.112	0.41	0.33	-0.046
1.000	0.257	0.41	0.41	-0.105
1.400	0.565	0.41	0.57	-0.232
2.000	1.220	0.41	0.82	-0.500
2.500	1.960	0.41	1.02	-0.803
3.000	2.860	0.41	1.23	-1.172
3.500	3.820	0.41	1.43	-1.566
4.000	4.930	0.41	1.64	-2.020
4.500	6.220	0.41	1.84	-2.549

Grafico3. Curva de diseño para el Azud



De acuerdo al gráfico el diseño del azud será:

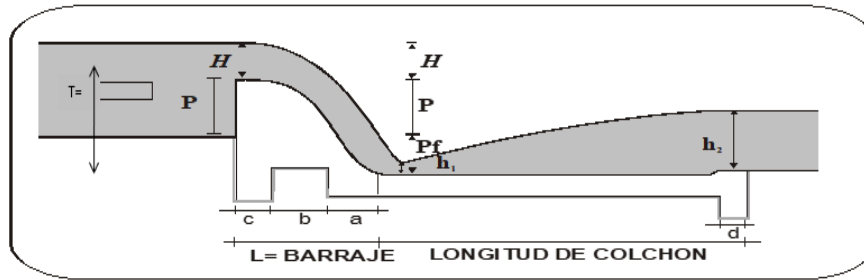
H azud = 0.63

L Azud = 2.21

Utilizar

DISEÑO DE LA POZA O COLCHON AMORTIGUADOR

Figura6. Poza o colchón amortiguador



1,- Caudal Unitario (q)

$T = b =$	24.72
$q =$	0.57

2,- Área (A)

$A =$	9.96	m ²
-------	-------------	----------------

3,- Velocidad (V)

$V =$	1.41	m/s
-------	-------------	-----

$V^2 =$	1.98	m/s
---------	-------------	-----

To.

$To =$	1.01
--------	-------------

Por el Método del Tanteo Hallaremos h_1

$$h_1 = 0.0164$$

$h_1 =$	0.02
---------	-------------

$h_2 =$	2.12	PROFUNDIZAR
---------	-------------	--------------------

Entonces:

4,- Área (A)

$A =$	3.585973397
-------	--------------------

$$Y = 0.16$$

Lo cual:

$$h_2 = 2.12 > 0.16$$

$$Pr = Kh^2 - (Y_n + Z)$$

$$Pr = Kh^2 - Y_n$$

Pr = Profundidad del Pozo.

k = Coeficiente de Seguridad Varía 1,10 a 1,20

Z = Energía Perdida en el pozo del Azud. Para Diseño se desprecia.

Y_n = Tirante normal del Rio Aguas Abajo.

$$Pr = 2.29$$

Existe Profundidad del Pozo debe de Corregir los tirantes Conjugados

RECALCULANDO TIRANTES

$$T = 3.20$$

$$T_o = 3.30$$

Por Tanteo Hallaremos h_1

$$h_1 = 0.016$$

$$h_1 = 0.02$$

$$h_2 = 2.12$$

$$h_2 = 2.20$$

Longitud de Poza

Longitud máxima

$$L. \text{ max.} = 4,5 * h_2$$

$$L_{\text{max.}} = \mathbf{9.90}$$

$$L_{\text{max.}} = \mathbf{9.90}$$

Longitud Mínima

$$L_{\text{min.}} = 5 (h_2 - h_1)$$

$$L_{\text{min.}} = \mathbf{10.90}$$

$$L_{\text{min.}} = \mathbf{10.90}$$

SEGÚN PAVLOSKI

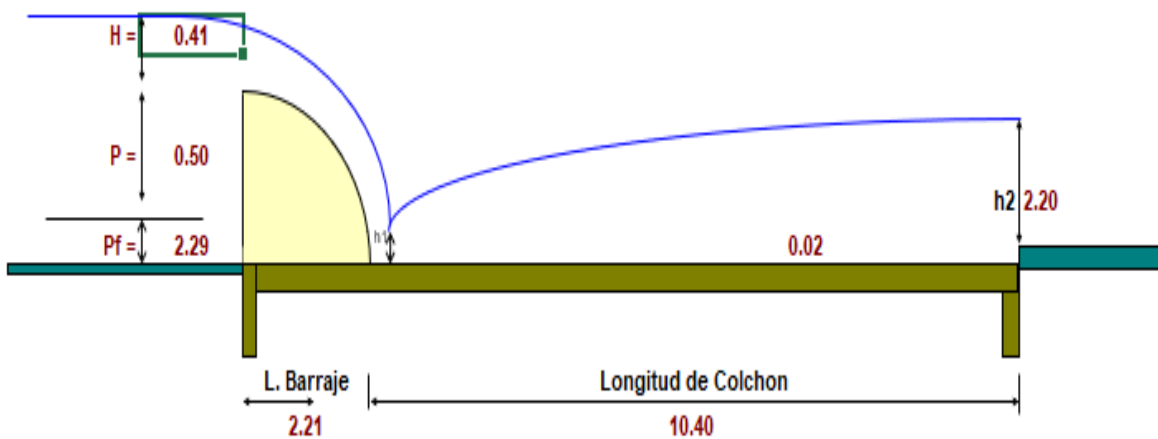
Longitud Promedio o de Diseño

$$L_{\text{prom.}} = 2,5 (1,9h_2 - h_1)$$

$$L_{\text{prom.}} = \mathbf{10.4}$$

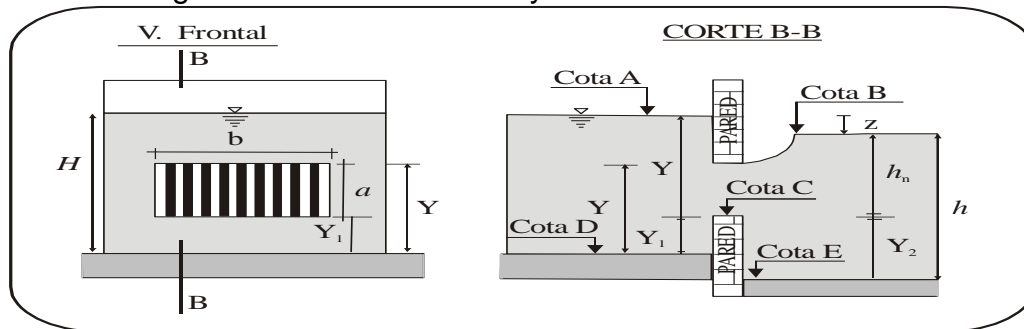
$$L_{\text{prom.}} = \mathbf{10.40} \text{ De diseño}$$

Figura7. Diseño de la captación y el pozo de amortiguación



DISEÑO DE LA VENTANA DE ENTRADA

Figura8. Corte Frontal y lateral de la ventana de entrada



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.

Diferencia de elevación de la Superficie de Agua Arriba y Aguas Abajo

Z = (Perdida de Carga).

hn = Elevación del Agua bajo el Vertedero sobre la cresta Aguas abajo.

h = Tirante Normal del Canal Aductor o Tirante del desripador.

Coeficiente de Corrección a la contracción lateral debido a la ubicación de

K = los barrotes.

Db = Distanciamiento de Barrotes, Como Mínimo 0,20m.

Q = Caudal a captarse por la ventana. m³/s

Ab = Ancho de Barrotes del Mercado, Normal es de 0,10 m.

Vec = Velocidad de Entrada al canal. m/s

1.- Hallando Factor (M)

KONOVALOF

M =	2.249
-----	-------

BAZIN

M =	2.259
-----	-------

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

A,-	h	$>$	Y_2	CUMPLE Y EXISTE
	2.70	$>$	0.95	SUMERSION
B,-	Z/Y_2	$<$	0.70	CUMPLE Y EXISTE
	0.11	$<$	0.70	SUMERSION

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

$$S = 0.2507$$

4,- Cálculo (b) sin barrotes.

$$b = 0.20 \text{ m} = 0.1$$

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

$$Ne = 0.99$$

0.90

Espacios tendrá nuestro diseño.

6,- Número de Barrotes (Nb)

$$Nb = 0$$

7,- Espacio Total de Barrotes (Eb).

$$Eb = Nb * Ab$$

$$Eb = -0.01$$

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

$$B = 0.1 \text{ m.}$$

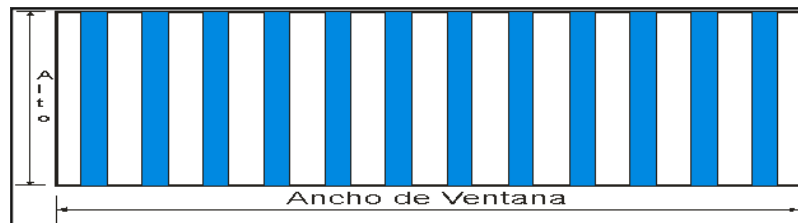
9.- Las Medidas de la Ventana serán:

$$a = 5.31$$

Área del Diseño:

$$A = 0.48 \text{ m}^2$$

$$a = 5.31$$



$$B = 0.09$$

10- Se puede Mejorar el Diseño.

Para Mejorar el diseño se tanteará

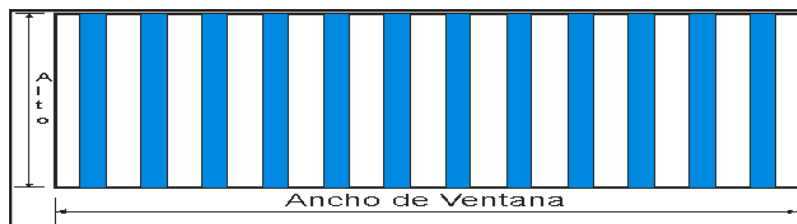
$$b = 0.50$$

$$a = 0.96$$

Nota Importante.

Será de acuerdo a la Altura del Azud.

$$a = \text{Mejorado} \\ 0.96$$



$$b = \text{mejorado}$$

$$0.50$$

Área de Diseño Mejorado.

$$A = 0.48 \text{ m}^2$$

CONFORME

DISEÑO HIDRÁULICO DE CANALES

Q =	Caudal en m ³ /s.	A =	Área hidráulica en m ² .
b =	Ancho solera en m.	T =	Espejo de agua en m.
Z =	Talud.	F =	Número Froud
n =	Rugosidad.	P =	Perímetro en m.
S =	Pendiente en m/m.	R =	Radio hidráulico en m.
Y =	Tirante normal en m.	V =	Velocidad en m/s.
H =	Altura de Canal en m.	E =	Energía Específica en m-kg/kg.

TRAMO					Long.	Q	b	Z	n	S	Y	A	T	F	P	R	V	E	H'	H	Flujo
					(m)	(m ³ /s)	(m)			(m/m)	(m)	(m ²)	(m)		(m)	(m)	(m/s)	(m-kg/kg)	(m)	(m)	
km	0+000	al	km	0+0020	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+020	al	km	0+0040	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+040	al	km	0+0060	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+060	al	km	0+0080	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+080	al	km	0+0100	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+100	al	km	0+0120	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	6.000	0.2000	0.0800	0.4000	2.691	0.8000	0.1000	3.7695	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+120	al	km	0+0140	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	6.000	0.2000	0.0800	0.4000	2.691	0.8000	0.1000	3.7695	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+140	al	km	0+0160	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	6.000	0.2000	0.0800	0.4000	2.691	0.8000	0.1000	3.7695	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+160	al	km	0+0180	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	6.000	0.2000	0.0800	0.4000	2.691	0.8000	0.1000	3.7695	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+180	al	km	0+0200	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	6.000	0.2000	0.0800	0.4000	2.691	0.8000	0.1000	3.7695	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+200	al	km	0+0220	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+220	al	km	0+0240	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico
km	0+240	al	km	0+0260	20.00	0.2380	0.40	0.00	0.014	8.000	0.2000	0.0800	0.4000	3.107	0.8000	0.1000	4.3526	0.6511	0.350	0.40	supercritico

MÁXIMA EFICIENCIA HIDRÁULICA (PRINCIPAL)

Caudal de Diseño Q (m³/s): 0.239

Rugosidad (n): 0.014

Pendiente (s): 0.03

Talud lateral (z): 0

Revestimiento: 175 kg/cm²

Tirante (y)		Base (b)		Área (A)	
$y = K_5 * (Q * n / S^{1/2})^{3/8}$	y	$b = K_2 * y$	b	$\text{Área} = (y / K_1)^2$	A
$K_5 = [2^{2/3} / (2 * (1+Z^2)^{1/2} - Z)]^{3/8}$	0.21	$K_2 = 2 * [(1 + Z^2)^{1/2} - Z]$	0.40	$K_1 = [1 / (2 * (1 + Z^2)^{1/2} - Z)]^{1/2}$	0.09
$K_5 = 0.92$		$K_2 = 2.00$		$K_1 = 0.71$	
Perímetro Mojado (P)			Radio Hidráulico (R)		
$P = K_4 * y$	P	$R = A/P$			
$K_4 = 2 * [2 * (1+Z^2)^{1/2} - Z]$	0.84		0.1		
$K_4 = 4.00$					

Velocidad (V)		Clase de revestimiento del canal		y
$V = K_7 * (Q^{1/4} * S^{3/8} / n^{3/4})$	V	Revestimiento con concreto f'c = 175 kg/cm ²		y <= 0.4
$K_7 = [1 / (2.52 * (2 * (1+Z^2)^{1/2} - Z)^{2/3})]^{3/8}$	2.74	Velocidades Máx. Permisibles (m/s)		
$K_5 = 0.59$		6.6		LOS CALCULOS ESTÁN CORRECTOS
Comprobación de la pendiente (S)			Espejo de Agua (T)	
$S = K_6 * (n^2 * v^{8/3} / Q^{2/3})$	S	T (m): $b + 2 * z * y$		
$K_6 = 2.52 * [2 * (1+Z^2)^{1/2} - Z]^{2/3}$	0.030	T =		0.4
$K_6 = 4.00$	OK			

Numero de Froude (F)		Altura Total del Canal	H (m)	Comprobación del Caudal (Q)		
$F = V / (g * A / T)^{1/2}$	1.876	H (m): y + 0.15	0.36	Por Manning :	Q	Q _{DISEÑO}
FLUJO SUPER CRITICO		Ajustamos H =	0.4	$Q = A * R^{2/3} * s^{1/2} / n$	0.24	≈ 0.2375

EN RESUMEN

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

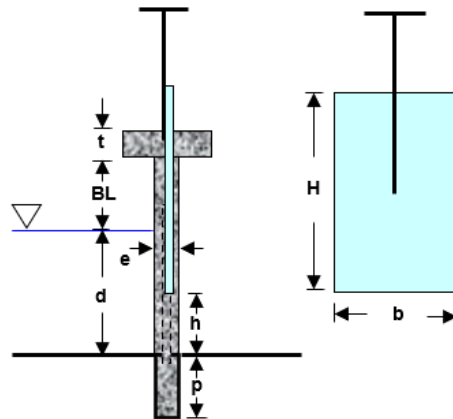
b	=	0.40 M
b Asumida	=	0.5 m
Z	=	0
T	=	0.4 m
P	=	0.84 m
H	=	0.4 m

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

Q =	0.239	m³/s
y =	0.21	M
V =	2.74	m/s
S =	0.03	m/m
n =	0.014	
A =	0.09	m²
R =	0.104	m
F =	1.876	
BL =	0.19	M

DISEÑO DE TOMAS LATERALES

Figura9. Vista lateral y frontal de toma lateral de la Bocatoma



Datos:

d:	0.210	m	b:	0.400	m	BL:	0.150	m
Qd:	0.00325	m ³ /s	t:	0.100	m			

Altura mínima para caudal descargado:

Cd:	0.065		Coefficiente de	
h:	0.062	m	gasto	

Profundidad de la uña de anclaje:

p:	0.300	m
----	-------	---

Altura de la compuerta:

H:	0.360	m
----	-------	---

Ancho de la estructura de soporte

L:	1.20	m	*Incluido ancho de	
			compuerta	

Espesor de los Soportes:

e:	0.10	m
----	------	---

Diseño del Acero en Losa de apoyo del aperador:

d:	7.024	cm	
Asmin:	1.264	cm ²	
Usar:	3/8 " @ 56	=>	3/8 " @ : 30.000

V. DISCUSION

- De los resultados de esta investigación se concuerda por lo propuesto por Bonfiglio y Bucher (2017), “los sistemas de riegos o embalses son diseñados para almacenar o distribuir agua hacia las zonas con gran demanda agrícola”, puesto que este sistema se está diseñando para la distribución de agua. Por ello la consideración de la bocatoma, además de una sección representativa del canal de dimensiones 0.40 m x 0.40 m.
- De los resultados de esta investigación se concuerda por lo propuesto por Espinoza y Torres (2015) “Por consiguiente, se realizaron estudios como: los estudios topográficos en los diferentes tramos del Rió con fines de saber su ortografía sus curvas de nivel y consecuentemente diseñar la estructura hidráulica; el análisis hidrológico”, puesto que para realizar el diseño hidráulico, ha sido necesarios estudios que determinen los caudales máximos con tiempo de retorno además de los caudales medios mensuales, entre los datos obtenidos se contempla un caudal máximo de $9.35\text{m}^3/\text{s}$, este dato fue necesario para el cálculo hidráulico de la bocatoma.
- De los resultados de esta investigación se concuerda por lo propuesto por Córdova (2015), “determinar las condiciones actuales de la infraestructura de riego en dicho caserío que permitan obtener información de campo para realizar el respectivo diseño hidráulico del canal y obra de arte”, puesto que es importante conocer la realidad en la que se encuentra el sistema actual para poder intervenir y proponer mejorar en el sistema, actualmente el sistema cuenta con tramos de diferentes materiales como son, infraestructura de concreto, tramos con tubería PVC (pases aéreos), con los cuales se atienden a 32 beneficiarios con un total de 12.304 has.
- De los resultados de esta investigación se concuerda con Pérez (2016). “un conducto abierto, es aquel flujo donde el agua transita por medio de la gravedad y no genera presión”, puesto que en el diseño que se propone, es un sistema abierto, con el cálculo de las tomas laterales lo que permite

la obtención del recurso hídrico para los diferentes usos que requieran los beneficiarios.

- De los resultados de esta investigación se concuerda con Córdova y Linares (2016) “el estudio hidrológico tiene como resultado el máximo caudal 214.14 m³/s”. puesto que el estudio hidrológico, realizado para la determinación de caudales máximos nos brinda como resultado 9.35 m³/s, con un tiempo de retorno de 5 años, dato que fue necesario para realizar los cálculos hidráulicos.
- De los resultados de esta investigación se concuerda con Goicochea (2013), “determina la eficiencia de conducción por un pequeño canal de riego, de sección trapezoidal, revestido de concreto simple y diseñado para transportar una alta demanda de agua”, puesto que, para este diseño y la mejora de la demanda de agua de los cultivos con proyecto, se ve mejorada con una eficiencia de riego del 30%, siendo considerado para el diseño un revestimiento del canal con concreto 175 kg/cm²

VI. CONCLUSIONES

La aplicación de un diseño hidráulico en la infraestructura de riego, nos permiten extraer las siguientes conclusiones:

- Se realizó el estudio hidrológico donde se determinaron caudales de máximas avenidas, en eventos extraordinarios, los cuales ocurren esporádicamente producto de lluvias máximas, obteniendo valores para diferentes periodos de retorno, como: 5, 10, 25 y 50 años respectivamente con valores de 9.35, 11.95, 16.16, 19.66 m³/s respectivamente, datos necesarios con los que se realizaron los diferentes diseños y cálculos en esta investigación.
- Se realizó el diseño agronómico, donde se determinó la demanda del cultivo, para analizar dos eventos, un primer evento sin proyecto y un segundo evento con proyecto, siendo el volumen total sin proyecto 217 506.3 m³, con una eficiencia de riego de 17.5% y con proyecto 249 789.4 m³ con una eficiencia de riego de 30%, y es por ello se ha realizado el balance hídrico, donde se compara la demanda con la oferta, la oferta supera la demanda, puesto que el caudal medio mensual mínimo calculado con el método de Lutz Scholz, es de 7.03 m³/s, y el caudal máximo necesario es de 19.1 l/s, y para efectos de cálculo se consideró 239 l/s, por la información recopilada en campo
- Se realizó el diseño hidráulico de la bocatoma, específicamente se diseñó el azud, la poza de amortiguación, la ventana lateral, utilizando valores como el caudal máximo de 9.35 m³/s, en un tiempo de retorno de 5 años, y un caudal de 239 l/s, logrando obtener medidas como H azud =0.63; L Azud =2.21, además de dimensiones de la Ventana de 0.50 m x 0.96 m, y el canal de sección 0.40mx0.40m el cual permitirá llevar el recurso hídrico hacia las zonas de cultivo destinadas a su producción.

VII. RECOMENDACIONES

- Implementar una red hidrométrica de mejor calidad, donde se pueda realizar un monitoreo de las variables hidrológicas, que tenga mejor grado de calidad y cantidad de información, para poder plantear estrategias adecuadas, que influyan directamente en el control de las máximas avenidas diarias instantáneas, en presencia de un evento de FEN.
- Los Sistemas de Información Geográfica, en la actualidad son indispensables para la elaboración de estudios hidrológicos y modelos, además de software como HEC (Centro de Ingeniería Hidrológica) y GIS permiten estudiar los parámetros para futuros proyectos Agrícolas, diseño de obras hidráulicas, además de generar información que se requiera.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, Pilar. Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Costa Rica: Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, San José, 2018. 25 pp.
- BURSTEIN, Tania. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. REV PERU MED SALUD PUBLICA, (2): 297 – 303, 2018.
- BONFIGLIO, Giovanni y BUCHER, Glenn. Proyectos de Riego para la Pequeña Agricultura 2017. Tesis (Ingeniero civil). Perú: Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería, 2017. 10 pp.
- DÍAZ, Raúl. (2015). “Análisis de estabilidad y diseño estructural de la bocatoma del paso ancho”. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
- ESPIR, Jan Y MORALES, Javier. (2015) “Evaluación de fenómenos hidráulicos en el canal chaquin del sistema de riego del valle de Viru primer tramo”. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.
- Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas por Gaspari Fernanda [et al.]. La Plata: editorial de la Universidad de La Plata, 2013. 8 pp.
- TORRES, Jorge. Principios básicos para identificar problemas de drenaje en el cultivo de la palma. Bogotá: Centro de investigación en Palma de Aceite, 2014. 14 pp.
- LEÓN, Karen. Análisis de las precipitaciones y caudales durante los eventos el niño (1982 – 83 y 1997 – 98). Perú: Universidad nacional agraria La Molina, 2014. 31 pp.
- Revista ciencia UNEMI. Ecuador, 2(101), diciembre 2014. ISSN: 1390 – 4272.

- ARISTIZÁBAL, Edier, ARANGO, María, GARCÍA, Ingrid. Definición y calificación de las avenidas torrenciales y su impacto en los Andes Colombianos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2020. 244 pp.
- DIAZ, Gerry. Modelamiento hidrológico e hidráulico del río San Ramón para el diseño del puente evita miento provincia de Satipo Junín. Lima: Universidad Nacional agraria La Molina, 2019. 19 pp.
- HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C Y BAPTISTA, P. definición conceptual o consultiva. metodología de la investigación. 6.a ed. México: McGraw – Hill, 2014. 119 pp.
- REGUNT, M y MARTÍNEZ, F. operacionalización de conceptos / variables. Barcelona: Dipósito Digital de la UB, 2014. 2 pp.
- ALVARO Y HENRIQUEZ, Luther y Luis. (2014) “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama tramo puente punta moreno – pampas de jaguey aplicando el programa River”. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014.
- COAQUIRA, R. (2015). Análisis de Precipitaciones para determinar Caudales Máximos en La Microcuenca Milli Milli – Moho. Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrícola. Puno, Perú.
- CORDOVA Y LINERAS, Patricia y César. (2016) “Propuesta de obras hidráulicas para el sistema captación, conducción y distribución de agua para el sector menor de riego de la comunidad campesina de pasambara-Santiago de chuco. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2016.
- ESPINOZA Y TORRES, Luis y Juan. (2015) “Diseño hidráulico y estructural de diques para el encauzamiento del río virú entre zaraque y tomabal, provincia de virú – departamento de la libertad”. Tesis [Título de Ingeniero Civil]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.
- GASPARI, F., RODRÍGUEZ V., SENISTERRA, G., DELGADO, M., & BESTERIO, S (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. La Plata: Edulp.

- GILBERT, F. Hougbo. (2019), Informe Mundial de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo Sostenible de los Recursos Hídricos
- MAMANI, L. M. (2014). Modelo Regional Aplicado a las Máximas Avenidas En Las Cuencas De Los Ríos: Ilave, Callacame y Zapatilla, Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrícola. Puno, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2016). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.
- Ministerio del Ambiente, (2015). Generación de Modelos Climáticos para el Pronóstico de la Ocurrencia del Fenómeno el Niño.
- MORENO Y., V. (2017). Estimación de Caudales Máximos Anuales Mediante un Análisis Regional de las Sub-Cuencas La Gallega y Corral del Medio – Alto Piura, Tesis para optar por el Título de Ingeniero Agrícola. Piura.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2019 [fecha de consulta 29 de julio 2020]. Capítulo 1. Los Derechos humano al agua y el saneamiento y la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.
- Áncash: mejoramiento canal de irrigación de Rinrin Pampa del programa Sierra Azul de [en línea]. Perú 21. PE. 09 de diciembre de 2018. [05 de mayo de 2020].
- ASCOY, J. diseño del mejoramiento del canal de riego la Banda, progresiva Km. 0+000 al km. 1+112, sector la Banda, distrito San Benito, Provincia de Contumaza – Cajamarca, Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019.
- MENDOZA, E. Diseño para el mejoramiento y ampliación del canal de irrigación entre los caseríos de Yeguada parte baja y Aractullan, distrito de Mollepata, Provincia de Santiago de Chuco – La Libertad, Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

- Ministerio de Agricultura y Riego [en línea]. Gob.pe.21 de agosto de 2019. [08 de mayo de 2020].

ANEXOS

ANEXO1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño Hidráulico de la Infraestructura de Riego	Según Pérez (2016) menciona que los conductos abiertos son aquel donde el agua transita con acción de la gravedad y sin ninguna presión, estos canales son aquellas estructuras diseñadas de concreto armado que soportan momentos de flexión, fuerzas hidrostáticas y esfuerzos originados por la acción del agua, el cual van a permitir llevar de un punto inicial de captación de agua, hacia otro, abasteciendo a la zona proyectada de riego.	Para el diseño hidráulico se trabajará con reglamentos, manuales y programas, el cual será de ayuda para lograr cumplir nuestras expectativas	Levantamiento Topográfico	Curvas de nivel (m)	Razón
				Pendiente (%)	
				Altimetría (m)	
			Estudio Hidrológico	Máximas avenidas (m ³ /s)	Razón
				Caudales medios mensuales (m ³ /s)	
				Altimetría (m)	
			Estudio agronómico	Demanda de cultivo (m ³)	Razón
				Balance Hídrico (m ³)	
			Estudio Hidráulico	Bocatoma (m)	Razón
Canal abierto(m)					

ANEXO2. VISITA DE CAMPO EN EL CASERIO DE SANAGORÁN



En la foto N°01 y 02, se observa a los investigadores, Flores Reyes, Isaac Jhonatan, Lujan Maguiña, Brandon Eder, realizando la visita de campo, para identificar la zona de estudio que se decidió intervenir, se realizó la inspección ocular de campo, la ubicación de la captación, el recorrido del canal; se recopiló información de los tipos de cultivos que existen en la zona, la cantidad de beneficiarios, además de la búsqueda de información de los beneficiarios de cómo es que riegan, que cantidad de turnos de riego al mes cuentan.



FOTO N°03



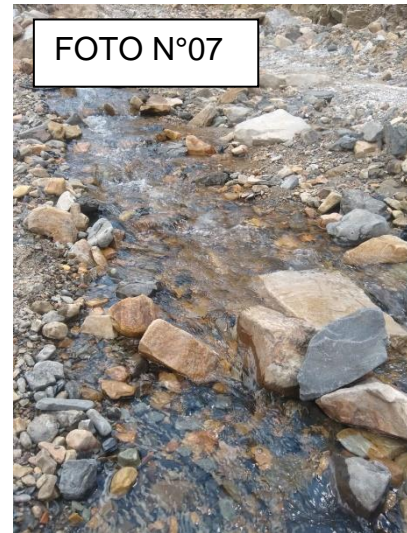
FOTO N°04

En la Foto N°03, se observa el caserío de Sanagorán, se observa que se encuentra en un valle, además de dedicarse mayormente a la agricultura, son pocas las viviendas presentes, además de pertenecer un terreno escarpado, y contar con la presencia cercana de un río; se pueden observar plantaciones de árboles forestales (pino), que han sido incluidos por la población

FOTO N°05



En la Foto N°05, se puede observar la ubicación de la captación actual con la que cuenta el sistema de riego, se nota que es una estructura improvisada por la población, no es una bocatoma diseñada adecuadamente, además de notar la presencia varia tomas en el rio, para diferentes usos por parte de la población. Se nota la presencia de una manguera de 2pulg de diámetro, que conduce agua.



En la Foto N°06, 07 y 08 se observa el cauce del río, estas fotos fueron tomadas en tiempo de estiaje, donde la presencia de lluvias es extemporánea, se nota que el terreno es muy accidentado, además de que existen tomas de agua adicionales a la captación del sistema de riego, que se utiliza por la población.

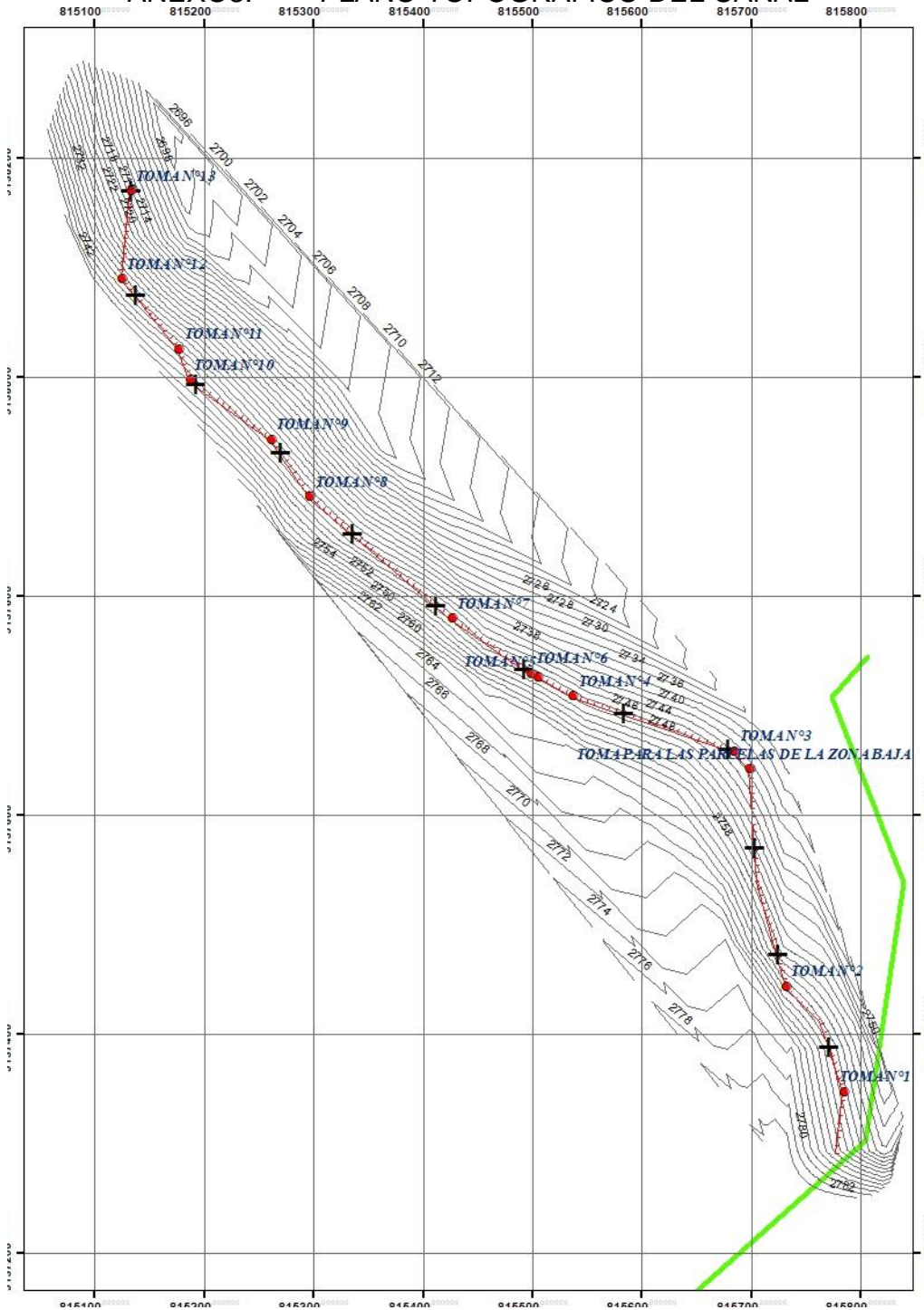


En la foto N°09 se puede observar la existencia de tomas adicionales a la toma de agua para riego, estas tomas están a lo largo del cauce del rio, además se pueden observar la plantación de árboles forestales, incluidos por la población



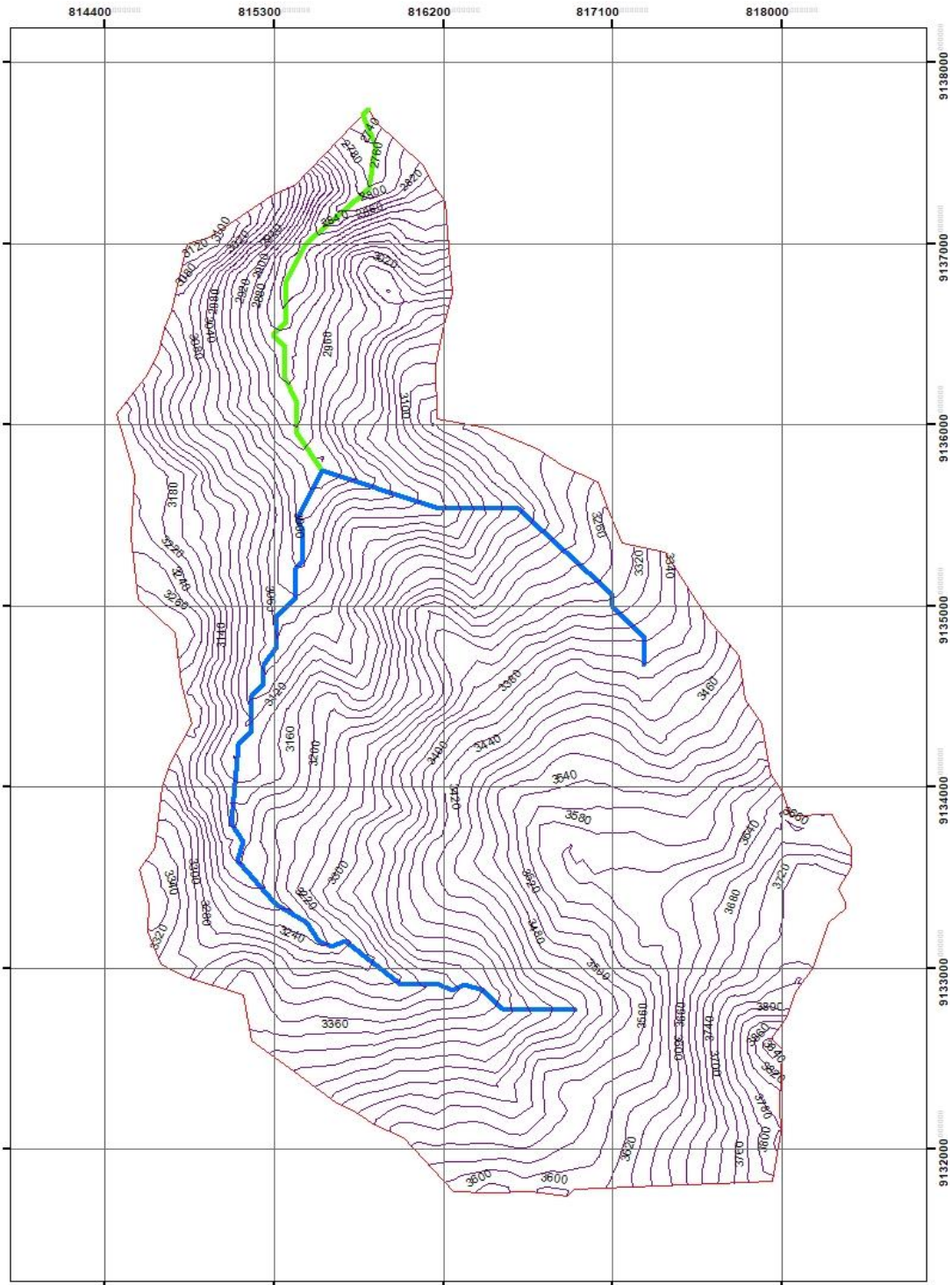
En la foto N°10 se puede observar el cauce del río, además de la cantidad de agua con la que se cuenta, el tipo de materiales presentes en el cauce del río, de ser un terreno muy escarpado.

ANEXO3. PLANO TOPOGRÁFICO DEL CANAL



Las progresivas se analizaron cada 50 m, las tomas laterales fueron tomadas en la inspección de campo, son tomas actuales, como está funcionando el sistema; este plano fue obtenido con el ArcGIS.

ANEXO4. CUENCA HIDROGRÁFICA DE ESTUDIO



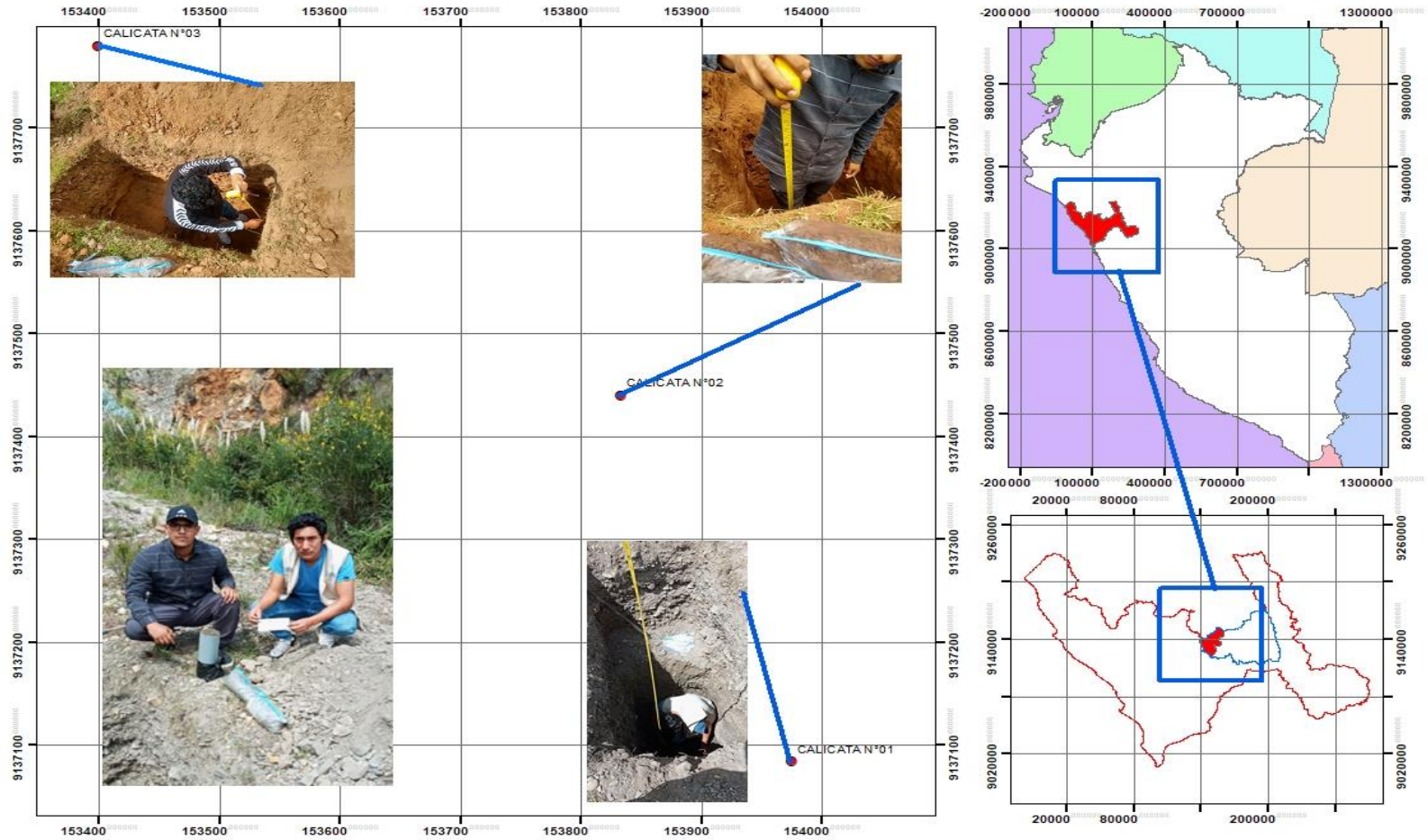
La delimitación de la cuenca se realizó utilizando datos obtenidos por imágenes satelitales, utilizando programas como el Google Earth, y el ArcGIS; de la delimitación de la cuenca se obtienen datos como son los parámetros geomorfológicos de la cuenca de estudio, como se muestran a continuación.

PARAMETROS BASICOS		
Área de una cuenca(A):	14.21	km ²
Perímetro de la cuenca (P):	16.81	km
Longitud de la cuenca (L):	6.74	km
Longitud del Cauce Principal (L _p)	2.00	km
Cota Inicial Cauce Principal	2942.39	m.s.n.m.
Cota Final Cauce Principal	2722.99	m.s.n.m.
Longitud Total de Cauces L _t	9.00	km
Ancho de cuenca (w):	2.11	km
Pendiente media de la cuenca	33.83	%
Factor de forma de una Cuenca (F):	0.31	
Relación de elongación (R):	0.63	
Relación de circularidad (R _c):	0.63	
Índice de Compacidad o Índice de Gravelious (K):	1.25	

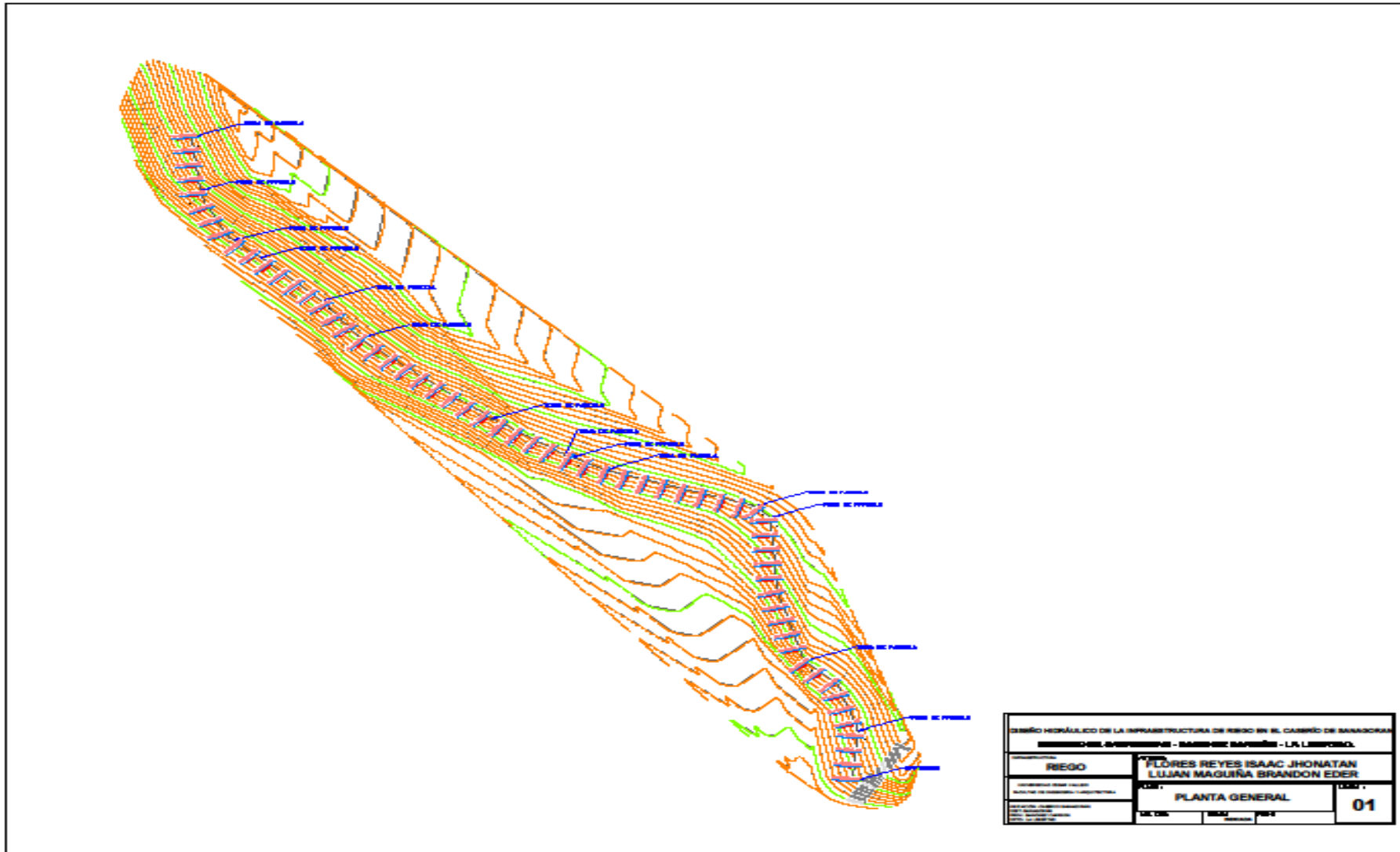
Con la información presente en la tabla se concluye, que la cuenca es de tipo fuertemente escarpado, debido a que su pendiente es de 33.33%, tiene una forma alargada, porque su relación de circuncidad es 0.63; datos necesarios para la toma de decisiones en los cálculos, e interpretación de resultados para el diseño del canal.

Porcentaje %	Tipo
< 5	Plano
5 – 12	Ligeramente ondulado
12 – 18	Ondulado
18 – 24	Fuertemente ondulado
24 – 32	Escarpado
32 – 44	Fuertemente escarpado
> 44	Montañoso

ANEXO5. MAPA DE UBICACIÓN DE CALICATAS

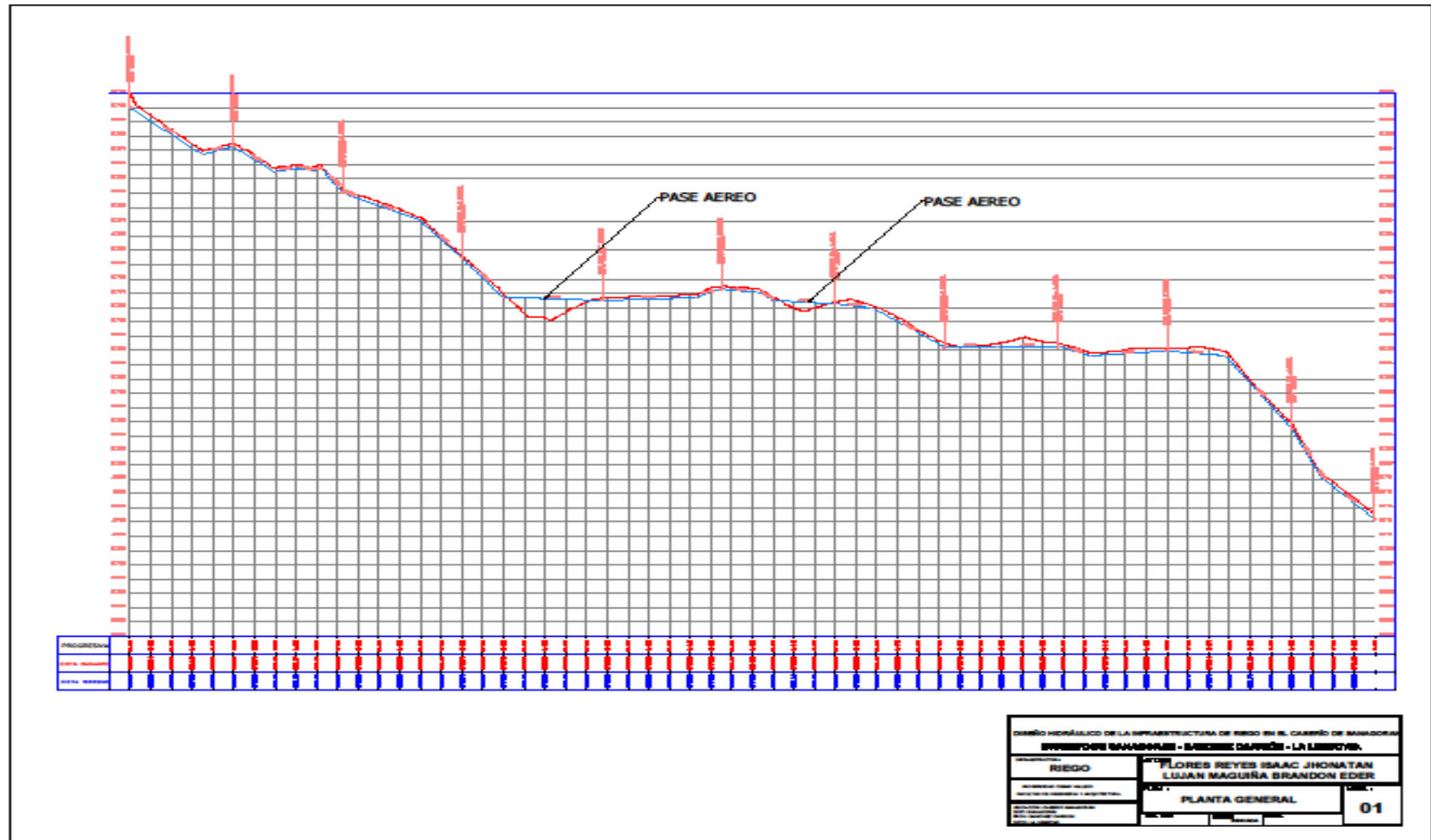


ANEXO6. PLANO DE PLANTA DEL CANAL

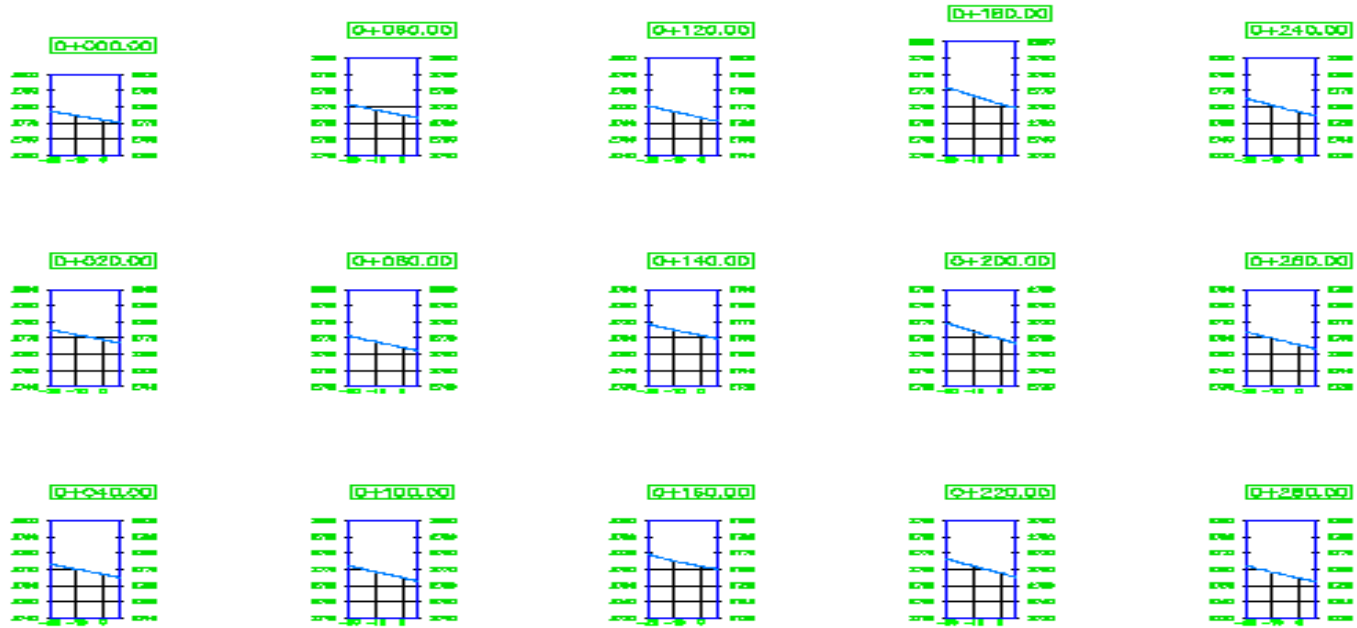


DISEÑO HIDRÁULICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE REGO EN EL CARRÍO DE SANAGORÁN			
BARRIO DE SANAGORÁN - BARRIO DE SANAGORÁN - LA LINDERA			
REGO	FLORES REYES ISAAC JHONATAN LUJAN MAGUIÑA BRANDON EDER		
PLANTA GENERAL			01
DEL DISEÑO	REGO	PLANTA	

ANEXO7. PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL DEL CANAL



ANEXO8. PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES DEL CANAL



DISEÑO HIDRÁULICO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO EN EL CASERÍO DE SANAGORAN			
DISTRITO DE SANAGORAN - BARRIO CARRIÓN - LA LIBERTAD.			
PROYECTO: RIEGO		AUTORES: FLORES REYES ISAAC JHONATAN LUJAN MAGUIÑA BRANDON EDER	
UNIVERSIDAD GRAN VALLE FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES	LIBRO: 01
UBICACIÓN: CASERÍO SANAGORAN DISTRITO SANAGORAN PROV. SAN CARLOS CARRIÓN DPTO. LA LIBERTAD		FECHA: 2024	ESCALA: 1:500

ANEXO9. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	
PROYECTO	: DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRIGACION AGRICOLA EN EL CASERIO SANADORÁN - SÁNCHEZ CARRÓN
SOLICITANTE RESPONSABLE	: LLUWI MAGUIÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN
UBICACIÓN	: SANADORÁN - SÁNCHEZ CARRÓN - LA LIBERTAD
FECHA	: FEBRERO DEL 2020

Calleata	Ubicación	Prof. Extrato	PROPIEDADES FISICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECANICAS						
			% CH	% Fines	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MOE (g/cm ³)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm ³)	Gedm. (Kg/cm ²)	
C-1	E-1	BOCATOMA	3.00	4.70	5.30	42.76	51.94	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a (I)	-	-	-	-	1.692	2.33
C-2	E-1	RED	1.50	7.13	18.39	65.25	18.36	NP	NP	NP	SM	A-2-4 (I)	-	-	-	-	-	-
C-2	E-1	RED	1.50	4.73	19.02	57.93	23.05	NP	NP	NP	SM	A-2-4 (I)	-	-	-	-	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emmanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Análisis granulométrico de Suelos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERIO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN

SOLICITANTE : LUJÁN MAGUÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / BOCATOMA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

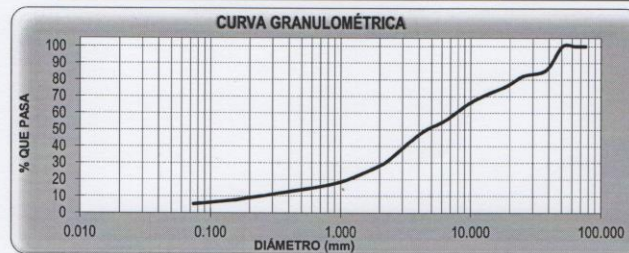
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1894.04

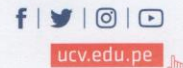
Peso perdido por lavado : 105.96

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	4.70%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	285.49	14.27	14.27	85.73	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	72.24	3.61	17.89	82.11	
3/4"	19.050	117.71	5.89	23.77	76.23	L. Plástico : NP
1/2"	12.700	117.24	5.86	29.63	70.37	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	103.84	5.19	34.83	65.17	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	196.06	9.80	44.63	55.37	
No4	4.750	146.26	7.31	51.94	48.06	Clas. AASHTO : A-1-s (0)
No8	2.360	326.18	16.31	68.25	31.75	Descripción de la Muestra
No10	2.000	71.10	3.56	71.81	28.19	
No16	1.180	156.49	7.82	79.63	20.37	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No20	0.850	64.80	3.24	82.87	17.13	
No30	0.600	40.42	2.02	84.89	15.11	Descripción de la Calicata
No40	0.420	37.13	1.86	86.75	13.25	
No60	0.250	36.43	1.82	88.57	11.43	Profundidad : 0.00 m - 3.00 m
No80	0.250	20.83	1.04	89.59	10.41	
No100	0.150	19.71	0.99	90.57	9.43	
No200	0.075	45.67	2.28	92.85	7.15	
< No200		105.96	5.30	98.15	1.85	
Total		2000.00	100.00	100.00	0.00	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Contenido de Humedad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216**

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERÍO SANAGORÁN - SANCHEZ CARRIÓN

SOLICITANTE : LUJÁN MAGUÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SANAGORÁN - SANCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / BOCATOMA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro	(g)	50.48	48.99	51.76
Peso del tarro + suelo humedo	(g)	142.17	161.22	158.77
Peso del tarro + suelo seco	(g)	138.39	156.19	153.56
Peso del suelo seco	(g)	87.91	107.20	101.80
Peso del agua	(g)	3.78	5.03	5.21
% de humedad	(%)	4.30	4.69	5.12
% de humedad promedio	(%)	4.70		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CSP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que
puedas salir adelante.



ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Peso Unitario Volumétrico

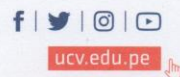


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO	
ASTM D 1587	
PROYECTO	: DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERIO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN
SOLICITANTE	: LUJÁN MAGUIÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	: FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-1 / E-1 / BOCATOMA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO		
Frasco Graduado		
Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	121.70	121.70
Volumen del frasco (cm ³)	1080.70	1080.70
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1951.10	1879.60
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1829.40	1757.90
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.693	1.627
Contenido de Humedad (%)	4.70%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.692	1.626
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.659	

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Análisis de Cimentaciones Superficiales



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-1 / E-1

PROYECTO	: DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERÍO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN
SOLICITANTE	: LLUJÁN MAGUIÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	: FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-1 / E-1 / BOCATOMA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_u q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF	$\gamma = 1.252$ ton/m ³	Relación de Poisson	$\nu = 0.30$
Peso Unitario del Suelo debajo del NNF	$\gamma' = 1.659$ ton/m ³	Módulo de elasticidad del suelo	$E_s = 631.00$ Kg/cm ²
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	= 2.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_s = 79.00$ cm/m
Factor de seguridad	= 3	Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_s = 82.00$ cm/m
Profundidad de cimlento corrido	= 1.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_s = 112.00$ cm/m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D = 2.50$ ton/m ²		
Sobrecarga en la base del cimlento corrido	$q = \gamma D = 1.25$ ton/m ²		

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ (Vesic)	N_q/N_c	Tan ϕ
28.15	0.005	26.099	14.965	17.085	0.655	0.535

CIMENTACIÓN CORRIDA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	2.57	0.86	0.04
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.71	0.90	0.05
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	2.85	0.95	0.07
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	3.14	1.05	0.10
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.42	1.14	0.13

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admissible} = 2.33$ Kg/cm ²
$q_{admissible} = 23.29$ tn/m ²
$Q = 33.54$ tn
$S = 0.33$ cm

CIMENTACIÓN CUADRADA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.65	1.54	0.60	6.99	2.33	0.33
1.30	1.30	1.65	1.54	0.60	7.07	2.36	0.36
1.50	1.50	1.65	1.54	0.60	7.24	2.41	0.43
1.80	1.80	1.65	1.54	0.60	7.50	2.50	0.53
2.00	2.00	1.65	1.54	0.60	7.67	2.56	0.60

CARGA ADMISIBLE BRUTA

33.54 tn

CIMENTACIÓN RECTANGULAR							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.20	1.55	1.45	0.67	6.56	2.19	0.35
1.20	1.50	1.52	1.43	0.68	6.71	2.24	0.43
1.50	1.80	1.55	1.45	0.67	7.04	2.35	0.57
1.80	2.00	1.59	1.48	0.64	7.39	2.46	0.72

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO			
SUCS	: GW-GM		
AASHTO	: A-1-a (0)		
ϕ^*	C (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ³)	
28.15	0.005	1.659	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Análisis Granulométrico de Suelos



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERIO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN

SOLICITANTE : LUJÁN MAGUIÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / RED / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

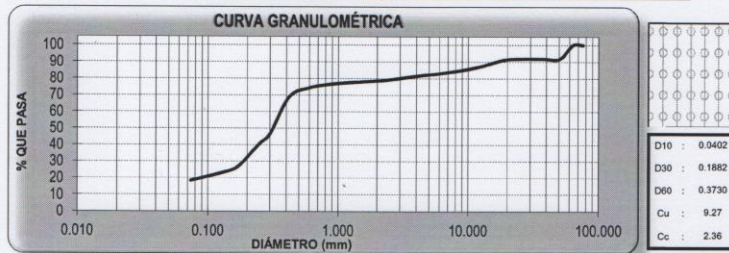
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1632.22

Peso perdido por lavado : 367.78

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	7.13%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	163.30	8.17	8.17	91.84	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	8.17	91.84	
1"	25.400	0.00	0.00	8.17	91.84	L Líquido : NP
3/4"	19.050	12.88	0.64	8.81	91.19	L Plástico : NP
1/2"	12.700	76.11	3.81	12.61	87.39	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	41.96	2.07	14.71	85.29	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	41.45	2.07	16.79	83.22	
No4	4.75	31.54	1.58	18.36	81.64	Clas. SUCS : SM
No8	2.360	53.22	2.66	21.02	78.98	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
No10	2.000	8.23	0.41	21.43	78.57	Descripción de la Muestra
No16	1.180	22.81	1.14	22.58	77.43	
No20	0.850	19.97	1.00	23.57	76.43	SUCS: Arena limosa con grava
No30	0.600	42.48	2.12	25.70	74.30	AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
No40	0.420	111.96	5.60	31.30	68.70	Tiene un % de finos de = 18.39%
No50	0.300	444.07	22.20	53.50	46.50	Descripción de la Calicata
No60	0.250	117.34	5.87	59.37	40.63	
No80	0.180	240.85	12.04	71.41	28.59	C-2 : E-1
No100	0.150	80.02	4.00	75.41	24.59	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No200	0.074	124.03	6.20	81.61	18.39	
< No200		367.78	18.39	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 LAB. SUELOS
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Límites de Consistencia



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERÍO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN

SOLICITANTE : LUJÁN MAGUÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN

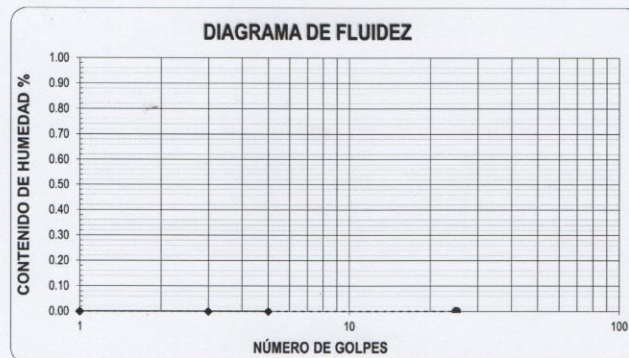
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / RED / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA
(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que
puedas salir adelante.



ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Contenido de Humedad



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERÍO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN
SOLICITANTE	: LUJÁN MAGUIÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	: FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-2 / E-1 / RED / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

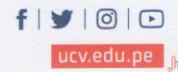
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.35	50.59	54.92
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	171.20	145.54	171.36
Peso del tarro + suelo seco (g)	162.41	139.92	163.49
Peso del suelo seco (g)	112.06	89.33	108.57
Peso del agua (g)	8.79	5.62	7.87
% de humedad (%)	7.84	6.29	7.25
% de humedad promedio (%)	7.13		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Análisis Granulométrico de Suelos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERÍO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN

SOLICITANTE : LUJÁN MAGUÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

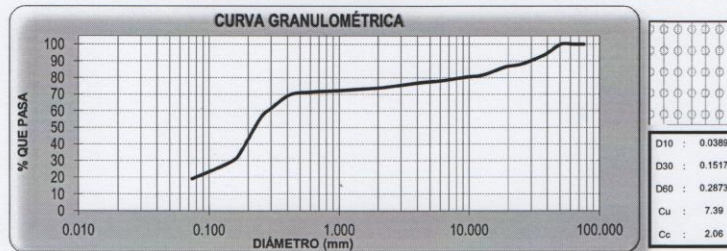
FECHA : FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / RED / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1619.55
 Peso perdido por lavado : 380.45

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	4.73%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
Límites e Índices de Consistencia						
1 1/2"	38.100	125.69	6.28	6.28	93.72	L. Líquido : NP
1"	25.400	110.31	5.52	11.80	88.20	L. Plástico : NP
3/4"	19.050	35.35	1.77	13.57	86.43	Ind. Plasticidad : NP
1/2"	12.700	98.88	4.94	18.51	81.49	
3/8"	9.525	23.05	1.15	19.66	80.34	
Clasificación de la Muestra						
1/4"	6.350	41.51	2.08	21.74	78.26	
No4	4.178	26.11	1.31	23.05	76.96	Clas. SUCS : SM
No8	2.360	51.51	2.58	25.62	74.38	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
No10	2.000	11.42	0.57	26.19	73.81	
Descripción de la Muestra						
No16	1.180	25.80	1.29	27.48	72.52	SUCS: Arena limosa con grava
No20	0.850	12.02	0.60	28.08	71.92	AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
No30	0.600	13.10	0.66	28.74	71.26	
No40	0.420	31.63	1.58	30.32	69.68	
No50	0.300	165.44	8.27	38.59	61.41	
No60	0.250	111.36	5.57	44.16	55.84	
No80	0.180	381.15	19.06	63.22	36.78	
No100	0.150	143.71	7.19	70.40	29.60	
No200	0.074	211.51	10.58	80.98	19.02	
< No200		380.45	19.02	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Límites de Consistencia



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
LÍMITES DE CONSISTENCIA
 ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERIO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN

SOLICITANTE : LUJÁN MAGUÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN

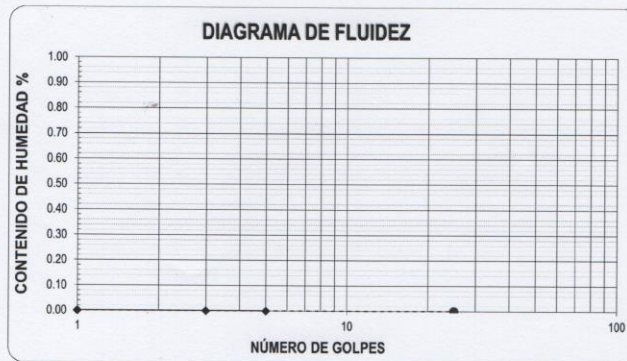
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / RED / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	

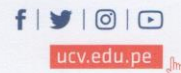


ECUACIÓN DE LA RECTA
 (Elaborada a partir de los datos de los ensayos)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que puedas salir adelante.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Contenido de Humedad



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD	
ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA LÍNEA DE ABASTECIMIENTO PARA IRRIGACIÓN AGRÍCOLA EN EL CASERÍO SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN
SOLICITANTE	: LUJÁN MAGUIÑA, BRANDON EDER - FLORES REYES, ISAAC JHONATAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: SANAGORÁN - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD
FECHA	: FEBRERO DEL 2020 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-3 / E-1 / RED / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	49.76	50.99	52.43
Peso del tarro + suelo humedo (g)	126.46	142.10	149.83
Peso del tarro + suelo seco (g)	122.93	138.09	145.40
Peso del suelo seco (g)	73.17	87.10	92.97
Peso del agua (g)	3.53	4.01	4.43
% de humedad (%)	4.82	4.60	4.76
% de humedad promedio (%)	4.73		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

UCV, licenciada para que
 puedas salir adelante.



ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales