



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño para el mejoramiento del canal de riego el Común - Vizcacha,  
Caserío la Esperanza, Distrito de Huaranchal, Provincia Otuzco - La Libertad”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

PACHECO GRADOS WYLLY CHRYSTYAM EDUARDO

**ASESOR:**

ALEX ARQUIMEDES HERRERA VILOCHE

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

**TRUJILLO-PERÚ**

**2018**

**PÁGINA DEL JURADO**



---

**Presidente**

**Ing. Hilbe Santos Rojas Salazar**



**Secretario**

**Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova**



**Vocal**

**Ing. Alex Arquímedes Herrera Viloche**

## DEDICATORIA

Con inmenso amor a mi querida madre  
Rosario Grados Rodríguez y a mi padre  
Wilson Pacheco Cancino, por su confianza y  
apoyo para culminar mi anhelo de ser profesional  
de bien y servir a la sociedad.

Con cariño a mi querido hermano  
Antonio Pacheco Grados por su  
estímulo para no desistir de mis  
objetivos.

A las personas que estuvieron apoyándome y  
brindándome su amistad en todo este tiempo  
de carrera universitaria y además de mis docentes  
que contribuyeron al logro de esta meta, en especial  
agradecer al Ingeniero Augusto Salvatierra Nontol  
desde el cielo nos ilumine con sus enseñanzas.

Al amor de mi vida, Stephanny Arias  
Cueva, eres el fiel reflejo de la bondad  
y respeto al prójimo, haces de mí cada  
día una persona mejor.

## **AGRADECIMIENTO**

Constante agradecimiento a Dios por mantenerme con salud, guiarme en los momentos difíciles, y darme sabiduría para cumplir mis metas trazadas y lograr ser profesional de bien.

Un agradecimiento especial al Ing. Alex Arquímedes Herrera Viloche, por brindarme su amistad, confianza y apoyo. Agradecer su soporte profesional y logístico para poder alcanzar el objetivo propuesto.

Agradezco a las personas que me brindaron su apoyo para la realización de mi tesis en especial a mis padres que con gran sacrificio han contribuido a este logro.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Wylylly Chrystyam Eduardo Pacheco Grados, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 70781061; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Julio del 2018



---

Wylylly Chrystyam Eduardo Pacheco Grados

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “Diseño para el mejoramiento del canal de riego el Común - Vizcacha, caserío la esperanza, distrito de Huaranchal, provincia Otuzco-la Libertad”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera lograr el desarrollo de las zonas rurales del distrito de Huaranchal dando a conocer la importancia de las obras hidráulicas.



---

Wylly Chrystyam Eduardo Pacheco Grados

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Realidad problemática.....	14
1.2 Trabajos previos.....	16
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	17
1.3.1 Marco Conceptual.....	18
1.4 Formulación al problema.....	31
1.5 Justificación del estudio.....	32
1.6 Hipótesis:.....	32
1.7 Objetivos:.....	32
1.7.1 Objetivo general.....	32
1.7.2 Objetivo específicos.....	32
II. MÉTODO.....	33
2.1 Diseño de investigación.....	33
2.2. Variables, operacionalización.....	33
2.3. Población y muestra.....	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
2.5. Métodos de análisis de datos.....	38
2.6. Aspectos éticos.....	38
III. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.....	39
3.1 Levantamiento Topográfico.....	39
3.1.1. Generalidades.....	39
3.1.2. Objetivos.....	39
3.1.3. Reconocimiento del terreno.....	39

3.1.4.	Redes de apoyo.....	39
3.1.5.	Metodología de trabajo.....	41
3.1.6.	Trabajo de gabinete .....	45
3.1.7.	Análisis de resultados .....	49
3.2	Estudio de suelos.....	51
3.2.1.	Generalidades .....	51
3.2.2.	Objetivos .....	51
3.2.3.	Sismicidad.....	51
3.2.4.	Trabajo de campo .....	51
3.2.4.1.	Excavaciones .....	53
3.2.4.2.	Toma y transporte de muestras .....	53
3.2.5.	Trabajo de laboratorio .....	58
3.2.5.1.	Análisis granulométrico.....	58
3.2.5.2.	Contenido de Humedad .....	61
3.2.5.3	Limites de Atterberg .....	63
3.2.5.4.	Peso específico .....	67
3.2.6.	Características del proyecto .....	68
3.2.8.	Cálculo de cimentaciones superficiales.....	70
3.3	Bases de diseño .....	72
3.3.1.	Generalidades .....	72
3.3.1.1	Ubicación geográfica .....	72
3.3.1.2	Reseña Histórica .....	74
3.3.1.3	Vías de comunicación.....	74
3.3.1.4	Fisiología y climatología .....	75
3.3.1.5.	Periodo de Diseño - Dotación.....	76
3.4	Diseño del Canal de regadío .....	78
3.4.1.	Captaciones .....	78
3.4.1.1.	Bocatoma lateral .....	78
3.4.1.2.	Quebrada.....	81
3.4.1.3.	Estructuras de sostenimiento .....	82
3.4.2.	Línea de conducción.....	83

3.4.2.1. Criterios de Diseño .....	84
3.4.2.2. Balance oferta demanda sin proyecto .....	106
3.5 Especificaciones técnicas.....	111
3.6 Estudio de impacto ambiental.....	111
3.7 Costos y Presupuestos.....	111
3.7.1. Resumen de metrados: Ver presupuesto completo en el Anexo XI. ....	111
3.7.2. Presupuesto general.....	115
3.7.3. Desagregado de gastos generales .....	115
3.7.4. Análisis de costos unitarios .....	118
3.7.5. Relación de insumos.....	118
3.7.6. Fórmula polinómica .....	118
IV. DISCUSIÓN .....	119
V. CONCLUSIONES.....	120
VI. RECOMENDACIONES .....	122
VII. REFERENCIAS .....	123

## **RESUMEN**

La construcción de obras hidráulicas, como son los canales de regadío han teniendo como prioridad mejorar la producción agrícola en la zona. El objetivo de la presente investigación ha sido diseñar el canal de riego el Común – Vizcacha con una longitud de 5.5 km. El diseño para el mejoramiento del canal, es de suma importancia para el desarrollo poblacional con un mejoramiento en la irrigación de los cultivos, en el Caserío la Esperanza, ubicado en el distrito de Huaranchal. La investigación es cuantitativa de diseño descriptivo simple.

Para el mejoramiento del proyecto dependen fundamentalmente del agua que abastece a los canales, es captada de la quebrada Igor, misma que afora un caudal de 40 l/seg. Y la otra fuente viene a ser el Rio Huaranchalino con 80 l/s hasta 1400 l/s, de los cuales solo se aprovechan 50 l/seg; por lo que se plantea construir una bocatoma y optimizar el recurso, llegando a captar un caudal de 160 l/s dando una sección de 0.6 m de base, 0.7 m de alto y 0.1 m de espesor de canal, el revestimiento del canal se efectúa de acuerdo a que el canal está en mal estado, existe filtración. La frontera agrícola ha sido aumentada en 40 hectáreas.

La zona de influencia está localizada a 2268 m.s.n.m.; se puede apreciar 3 tipos de suelos como lo son arena limosa, arcilla y grava. La topografía de la zona corresponde a una de tipo accidentada tipo III. Se usó pendientes de 40% como máximo. Como obras de arte se consideró la construcción de una Bocatoma con concreto ciclópeo de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ , debido a que la fuente no es óptima para abastecer a la cantidad de cultivos a irrigar. De igual manera un muro de captación de 20 ml., construcción de un desarenador de 10 ml., construcción de 10 pozas de amortiguación con concreto ciclópeo de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ , 30 tomas laterales de concreto, diseñadas con compuertas de fierro, construcción de losas armadas para caminos de herradura de 5.3 m de ancho, revestimiento de 5.5 km de canal.; impacto ambiental, costos y presupuesto, se concluye que este canal cumple con los requisitos básicos que establece la Norma Técnica Peruana.

**Palabras clave:** Diseño, canal, regadío, revestimiento.

## **ABSTRACT**

The construction of hydraulic works, such as irrigation canals, have as a priority the improvement of agricultural production in the area. The objective of the present investigation was to design the irrigation channel El Común - Vizcacha with a length of 5.5 km. The design for the improvement of the canal, is of utmost importance for the population development with an improvement in the irrigation of the crops, in the Caserío la Esperanza, located in the district of Huaranchal. The research is quantitative of simple descriptive design.

For the improvement of the project they depend fundamentally on the water that supplies the canals, it is taken from the Igor stream, which supplies a flow of 40 l / sec. And the other source is the Rio Huaranchalino with 80 l / s up to 1400 l / s, of which only 50 l / sec is used; so it is proposed to build an intake and optimize the resource, reaching a flow rate of 160 l / s giving a section of 0.6 m of base, 0.7 m high and 0.1 m of channel thickness, the coating of the channel is made according to the channel is in poor condition, there is leakage. The agricultural frontier has been increased by 40 hectares.

The area of influence is located at 2268 m.s. You can see three types of soils such as silty sand, clay and gravel. The topography of the area corresponds to a type III rugged type. Slopes of 40% maximum were used. As works of art the construction of a Cathode with cyclopean concrete of  $f'c = 210\text{Kg} / \text{cm}^2$  was considered, because the source is not optimal to supply the quantity of crops to be irrigated. Likewise, a 20 ml collection wall, construction of a 10 ml desander, construction of 10 buffer pools with cyclopean concrete of  $f'c = 210\text{Kg} / \text{cm}^2$ , 30 lateral concrete outlets, designed with iron gates , construction of reinforced slabs for horseshoe paths 5.3 m wide, covering 5.5 km of canal .; environmental impact, costs and budget, it is concluded that this channel meets the basic requirements established by the Peruvian Technical Standard.

**Key words:** Design, canal, irrigation, facing.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es el componente primordial que gravita fundamentalmente en la producción agrícola del distrito de Huaranchal y caseríos. Esto impulsó a realizar El presente proyecto responde al “Diseño para el mejoramiento del canal de riego el Común - Vizcacha, caserío la esperanza, distrito de Huaranchal, provincia Otuzco- la Libertad”.

Se ha considerado canal Común - Vizcacha debido a que el canal de derivación principal viene a ser el canal Común con una existencia superior a los 70 años y por otro lado el canal Vizcacha el cual se considerará principal, debido a la envergadura de hectáreas a irrigar en la zona que le corresponde, ambos utilizan como fuente de agua, la cuenca del río Igor. Actualmente la longitud del canal común es de 7.5 Km totales de la dimensión de éste, existiendo 2240 ml. de canal revestido con mampostería en mal estado, los que vienen a ser el primer tramo hasta llegar a la quebrada El Gallinazo donde corte el canal; lo cual será demolido para mejorar su trazo, anchar el canal para aumentar el gasto y cubrir las hectáreas nuevas a irrigar, para su posterior revestimiento de concreto ciclópeo 210 kg/cm<sup>2</sup> mejorando en un 33% de todo el canal principal; ya que su construcción se realizó en el año de 1995 según datos de los agricultores de Huaranchal, actualmente se encuentra deteriorado y con filtraciones por lo que con el presente proyecto se realizara el mejoramiento de todo el canal, actualmente el canal no cuenta con Bocatoma de concreto ni infraestructura de riego de concreto la cual será mejorada. Desde el año 1995 a la fecha, se encuentra en malas condiciones y deteriorado siendo demolido.

Para el proyecto se consideró diseñar un canal principal el Común - Vizcacha, para el proyecto e considero el canal vizcacha, debido a que presenta una magnitud de 2940 ml, de los cuales el 90% necesita mejorarse ya que se encuentra actualmente de tierra y la diferencia de la extensión del canal se encuentra revestido de piedra en malas condiciones. La parte del canal Vizcacha, está en mal estado, tiene una sección no definida; por la textura del terreno donde se ubica y presenta perdidas por filtración por ello es de necesidad su mejoramiento. Por lo que en conjunto el canal Común y Vizcacha, formaran un canal principal de 5154 ml y otro lateral de 362 ml, beneficiando a la población del Distrito de Huaranchal con a 196 usuarios (Según padrón de usuarios) que tiene una población aproximada de 300 habitantes (60 familias). La actividad económica más importante es la agricultura (90%).

En el ámbito del proyecto de acuerdo a la información recogida los más importantes cultivos que se siembran en la localidad son: Granadilla, Papa, Palta, manzana, maíz amarillo, frejol, cítricos (naranja y lima), plátano, hortalizas.

El agua que abastece a los canales es captada de la quebrada Igor la misma que afora un caudal de 40 l/seg. en estiaje promedio 30 l/seg. en quebrada y el Rio Huaranchalino tiene como caudal mínimo en el mes de agosto es 80 l/seg, mientras que el en mes de noviembre con caídas de lluvias 1400 l/seg como caudal máximo, siendo este caudal variable en tiempo de invierno, de los cuales aprovecha solamente 50 l /seg. para riego.

Los suelos destinados a la agricultura en el lugar determinado para el desarrollo del proyecto son desde el punto de vista agrícola, de buena textura agrícola, explotadas en función a la disponibilidad del recurso hídrico disponible

Existe dos campañas agrícolas, la primera se desarrolla a partir del mes de noviembre con el inicio de las lluvias, se riega con estas y se complementa con el riego a través de los canales.; la segunda campaña se inicia en el mes mayo lo cual el riego es por gravedad.

Ésta problemática, nos da lugar a la siguiente interrogante: ¿Cuál es el impacto del mejoramiento del canal de riego el común – vizcacha caserío la esperanza, distrito de Huaranchal, provincia Otuzco - La Libertad?, por lo cual no se ha considerado hipótesis, por tratarse de una investigación de tipo técnica. De acuerdo al presente proyecto se tendrá que hacer el levantamiento topográfico, estudio hidrológico, estructurales, estudio de impacto ambiental, estudio de mecánica de suelos, planilla de metrados y a su vez se planteara una infraestructura de riego de acuerdo a la realidad de la zona.

La información recopilada será de utilidad para futuras investigaciones, en relación al tema de canales. Es importante por parte del Estado orientar a los agricultores para que a partir de sus capacidades puedan aplicar agricultura de escala, porque sus terrenos y el agua presentan condiciones óptimas para sembrar cultivos rentables.

En ésta Tesis se tiene el siguiente objetivo: Determinar las características técnicas del diseño del mejoramiento del canal de riego El Común – Vizcacha, Caserío la esperanza, Distrito Huaranchal- Provincia de Otuzco-La Libertad, Para ello debemos cumplir con las

perspectivas de desarrollo, las que se notarían en el incremento considerable de terrenos de cultivos, para lograr garantizar la producción Agrícola en la zona de estudio.

### **1.1 Realidad problemática**

El agua es importante para la vida; siendo de utilidad para la transmisión de energía, de calor, conocido universalmente. Encausada en canales proporciona como recurso natural fuentes de productividad. Por lo tanto, el aprovechamiento de recursos Hídricos es de importancia para nuestra humanidad. (Torres, 1980, p.276).

Las obras de infraestructura hidráulica, son el producto de grandes inversiones lo cual buscan su sostenibilidad en el tiempo para mejorar la calidad de vida del poblador. En nuestra realidad, el agro peruano, los cambios iniciados en la reforma agraria, y en un clima generalizado de violencia que afecta gravemente el sector Rural, provocando migraciones y abandono de campos de cultivo”. (Oré 2017). En los últimos años se han desarrollado con eficiencia y rapidez trabajos de ingeniería hidráulica y proyectos de recursos hídricos en todo el mundo. (Chow, 1994).

En el Perú, la tercera parte de pobladores se encuentra en zonas rústicas y el 50% aproximadamente de sus entradas derivan de sus cultivos. La región la Libertad suma con 1 009 058.34 de hectáreas – ha (de superficie), donde las provincias de Otuzco utiliza el 25.5 % del área agrícola total. Del total de la superficie agrícola, el 59.6% son tierras no agrícolas y el 40.4% consideradas tierras agrícolas. Las tierras no agrícolas conciben 39.2% de suelos se benefician con pastizales naturales; 5.4% con potencial boscoso (bosques y montes) y el 15% pertenecen a la conservación de suelos. El área con capacidad agrícola cuenta con 407 789.65 ha (de la zona total 40.4%), de donde el 94% corresponde a las tierras de cultivo. Del total de tierras agrícolas el 51.7% (210 873 ha.) está bajo peligro y el 48.3% (196 917 ha.) en seco.

El vínculo de área Cultivada / área Agrícola, detalla la eficacia de uso de la demanda suelo, que para el proceso en la Libertad se descubrió que en el uso del recurso suelo se destinó en cultivo el 67% del área agrícola, por otro lado, en la sierra sólo se aprovechó el 42.5%, dando a conocer que en los andes sus provincias están enfrentando limitadas para disponer de área de cultivo agrícola (Plan estratégico regional del sector agrario 2009 – 2015, la libertad).

Un factor del problema en la agricultura se debe a la insuficiencia de las estructuras, se evalúa que los ramales en un 10% poseen una infraestructura cubierta, otras son captaciones rústicas que no poseen protección ante la erosión. Asimismo, se requiere restituir elementos de infraestructura (canales de conducción, drenes, presas, bocatomas) y ejecutar proyectos de defensa (defensas ribereñas, diques) por el corto mantenimiento en canales.

El Perú, cuenta con un grupo de recursos naturales renovables, siendo el suelo para áreas agrícolas el medio más escaso. Se evalúa que 7.6 millones de hectáreas (5.9% del territorio nacional) cuentan con capacidad para plantaciones (cultivos permanentes y transitorios) y 17 millones calificado para pastizales. En la Sierra, existen zonas donde presentan una condición de extrema pobreza del país, se organiza solo de 1.3 millones calificados para pastos (plan estratégico sectorial multianual de agricultura 2012 - 2016).

El proyecto a presentar, promueve el mejoramiento del canal de regadío El Común Vizcacha en el Caserío La Esperanza del Distrito de Huaranchal, donde la agricultura desarrollada es de baja productividad, debido a que los cultivos son irrigados a través de una única infraestructura de riego, el canal El Común – Vizcacha, que posee una longitud de 5.5 Km; tiene un tramo de concreto revestido en condiciones deficientes para la conducción del agua de riego y un tramo en tierra, existen filtraciones considerables y no se logra abastecer la totalidad de los terrenos de cultivo.

En este sector se consideró 120 Hectáreas, de las cuales 64.98 ha están bajo riego (área sembrada entre la primera campaña y la complementaria) por lo que se planteó el diseño para cubrir así la demanda de agua y permitir ampliar la zona agrícola hasta en 160 hectareas; siendo la agricultura principal actividad productiva del caserío. Cabe recalcar que el canal presenta 2+240 km en mal estado los cuales serán demolidos.

## **1.2 Trabajos previos**

Se ha tomado en cuenta para la realización de este proyecto datos e información de trabajos de investigación donde se muestran las características similares al proyecto a realizar: Salvatierra (2017) con la elaboración del expediente técnico “Mejoramiento del canal de riego Huanchaco sector el Milagro, Distrito de Huaranchal – Otuzco – La Libertad” cuyo objetivo general es mejorar la producción y productividad agrícola en el Caserío de El Milagro, implementar una adecuada infraestructura para riego mejorando la calidad de vida de la población.

Municipalidad Distrital de Huaranchal (2017) con la elaboración del expediente técnico “Mejoramiento del canal de riego pampillas sector el milagro, distrito de Huaranchal - Otuzco - La Libertad” cuyo objetivo general del proyecto es para evitar el deslizamiento del terreno de la localidad La Tranca y alrededores. Para ello se consideró la construcción de un muro de contención para prevenir posibles deslizamientos por efectos de la creciente del caudal del río Huaranchalino.

Salvatierra (2016) con la elaboración del expediente técnico “Mejoramiento de canal de riego Yamot- Chapihual- Huayobamba, Distrito de Huaranchal-Otuzco-La Libertad” cuyo objetivo general del proyecto es mejorar la producción y productividad de los principales cultivos de la zona a través de la construcción del canal para realizar el riego de cultivo y la eficiencia del recurso hídrico.

Aredo y Valverde (2016) con su tesis “Mejoramiento y rehabilitación del canal de regadío Carabamba margen izquierda, distrito de Carabamba, Provincia de Julcán, Departamento de La Libertad”, para optar el título profesional de ingeniero agrícola en la Universidad Nacional de Trujillo, tuvieron como objetivo general, rehabilitar y mejorar el canal de regadío Carabamba, provincia de Julcán, región la Libertad; con esto se pretende reducir la pérdida de agua por infiltración, incrementar el riego en las áreas de cultivo, lograr un desarrollo económico y mejorar el manejo del agua. De esta tesis se pudo rescatar la importancia de las estaciones meteorológicas para el cálculo de la intensidad de las lluvias, obtener precipitaciones máximas y mínimas y su estudio.

Arrieta y Vásquez (2013) con su tesis eficiencia y durabilidad de las infraestructuras propuestas; destacando las características geométricas e hidráulicas según el tipo de sección, caudal y otros aspectos hidrológicos. A través de software de ingeniería (H Canales) y hojas de cálculo, se pudo llegar a ello.

Suarez (2012) con la elaboración del expediente técnico “Mejoramiento y ampliación del canal Quilish la Paccha-Caserio San Antonio del plan Tual, C.P Huambocancha Alta - Cajamarca” para obtener el estudio hidrológico, plantea la obligación de optimizar el recurso hídrico que dispone para la irrigación en la duración por falta de lluvias, de terrenos disponibles, donde es posible aumentar la agricultura con numerosos sembríos, que mejorarán las condiciones de vida; rescatando la importancia de los sembríos en el crecimiento de la población a estudiar.

Mestanza (2010). Con su tesis “Diseño del canal de riego Chilca pan de azúcar, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco – La libertad”, para optar el título de ingeniero civil en la Universidad César Vallejo, considera efectuar estudios aumentar la disponibilidad de agua y de esta manera mejorar la producción agrícola de la zona con la siembra de cultivos diversos, que servirán para las mejoras en condiciones de vida y necesidades básicas.

Aguilar, Rhet y Alponete (2003). Con su tesis “Diseño del sistema de Captación y Distribución de Agua para riego agrícola en el caserío de San Agustín Otuzco – La libertad”, con la finalidad de captar el mayor recurso único posible y abastecer a los cultivos de San Agustín.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

Para la realización de este proyecto se tiene que considerar, en primer lugar, el reconocimiento del terreno para orientar la técnica topográfica de toma de datos. El levantamiento topográfico; según Pons (2015). “Manual de Topografía Práctica”. Nos explica que la topografía es un conocimiento aplicado donde las técnicas y la ayuda de instrumentos se aparenta gráficamente formas naturales y artificiales localizadas sobre una parte del área física, como determinar la posición relativa de trazos en la Tierra.

En segundo lugar, según el Ministerio de transportes y comunicaciones (2014). “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje”. Este texto da a conocer sugerencias de diseño generales para la realización de estudios de hidrología, hidráulica y drenaje. Nos sirve de dirección para

determinar parámetros hidrológicos e hidráulicos de diseño de obras de infraestructura vial. Por otro lado, el Reglamento nacional de edificaciones. Norma técnica e-050 suelos y cimentaciones. (2016). Establece requisitos para la ejecución de estudios de mecánica de suelos con fines de edificaciones y otras obras indicadas.

Anteriormente, Dellavedova (2011) en su “Guía Metodológica para la evaluación de impacto ambiental”, establece de impacto ambiental y su estimación, busca el desequilibrio entre desarrollo de la actividad que realiza el ser humano y el Medio Ambiente, sin llegar a una forma negativa, siendo un instrumento para evitar sobreexplotaciones del medio ambiente.

Otra teoría como Criterio para diseño de canales abiertos (2010) “Manual de diseños de obras Hidráulicas para la formulación de proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico ANA”, propone para el diseño, el caudal es la esencia en el dimensionamiento de estas, siendo esenciadas a la existencia de hidrología (recurso hídrico), cultivo, tipo de suelo, clima, métodos de riego, etc.

### **1.3.1 Marco Conceptual**

#### **Definición de canal**

Canal: Se denomina en ingeniería, canal a una construcción asignada para la conducción de fluidos normalmente utilizada para agua. Además, es utilizado como medios de navegación. La descripción del comportamiento hidráulico de los canales es una parte fundamental de la hidráulica, una de las características de la ingeniería civil. Las secciones en canales son: trapezoidal, triangular, rectangular y parabólico. (Villón 1981).

#### **Clasificación de canales según su naturaleza**

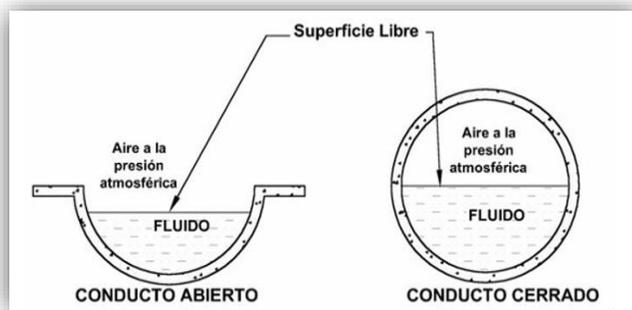
Canales Naturales: Denominado a aquella depresión natural en la corteza terrestre, unos muchos más profundos y otros cuentan con poca profundidad, según su ubicación, pueden ser en cordillera o en llanuras. Algunos posibilitan navegar, por lo general no existe la necesidad de dragado. También contamos con canales de riego: Estructuras que se construyen con el fin de trasladar agua hacia zonas que requieren tener una precipitación naturalmente sobre el terreno. Y por otro lado, contamos con canales de navegación: Es una vía elaborada por el hombre, conectar normalmente ríos, océanos y lagos. (Villón 1981).

## Clasificación de canales según su función

Los canales según su función se denominan de primer orden: Llamados de derivación o madre, trazado en la mayoría de casos con pendiente mínima, por normalidad se usa un solo lado ya que por otro lado colinda con superficies altas. Otra denominación es de segundo orden: Llamados laterales, surgen del canal madre y su caudal que reciben, se reparte en los sub – laterales, la superficie de regadío que sirve un lateral es denominado cantidad de riego. Para finalizar tenemos de tercer orden: Llamados sub – lateral y surgen de los conductos laterales, el flujo que viene hacia ellos, se reparte en tomas, la superficie de regadío que ocupan un sub – lateral es conocido como unidad de rotación. Dicho lo mencionado, se supone que una cantidad de rotación comprenden la unidad de riego, y varias unidades comprenden una técnica de riego, esta técnica acoge la codificación o nombre de canal de primer orden o madre. (Villón 1981).

## Elementos geométricos - sección de un canal

Las propiedades de la sección del canal, pueden definirse íntegramente por la profundidad del flujo y la geometría de la sección. Por ello tenemos: Profundidad del flujo, calado o tirante: (h), se entiende a aquella distancia vertical del punto más bajo de la sección del canal hacia la superficie libre. Área mojada: (A), es el área de la sección transversal del flujo normal hacia la dirección del flujo. Ancho superior: (T) viene a ser la sección en la superficie libre del canal. Radio hidráulico: (R), relación entre el área mojada y el perímetro mojado, expresada como:  $R=A/P$ . Perímetro mojado: (P) es la longitud de la línea de las intersecciones del área mojada del canal con la sección transversal natural a la dirección del flujo. (Villón 1981).



**Figura 1.** Representación de un fluido

**Fuente:** Ingeniería Hidráulica I – Ing. Luis Vásquez Ramírez

## Elementos básicos para diseño de canales

Se consideran elementos como: Planos (catastrales y topográficos), fotografías aéreas (necesario en la ubicación de los poblados, caseríos, vías de comunicación, áreas de cultivo), estudio de suelos, geológico, y otra información de importancia en el trazo de canales. Una vez que se recopila información con datos precisos, en gabinete se propuso un trazo preliminar, en donde se modifica lo necesario, obteniendo como resultado final el trazo definitivo. Luego de recopilar la topografía del canal, continuamos con el levantamiento del relieve con el reconocimiento de terreno (habiendo determinado el punto inicial y el punto final), posteriormente se realiza el trazo preliminar: realizando el clavado en estacas de la poligonal preliminar y luego el levantamiento con estación Total. Posteriormente al levantamiento, la poligonal será nivelada y se hará lo correspondiente a secciones transversales, estas se elaborarán por criterio, si tenemos un área con distorsión alta en su relieve, la sección se realiza cada 5m, si el área no muestra variación y es uniforme las secciones se hacen a cada 20m como máximo. Terminando con el trazo definitivo, se considerará la escala del plano, ésta depende de la precisión y la topografía de la zona. (Villón 1981).



**Figura 2.** Estación Total (Leyka TS02 Flex line)

**Fuente:** Propio levantamiento topográfico

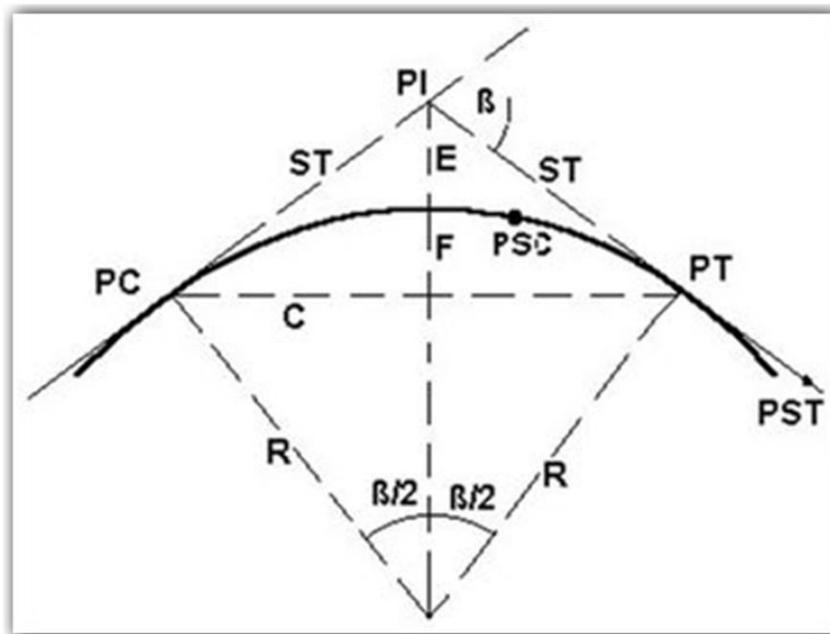
### Mínimos radios en canales:

Todo diseño para un canal, la variación brusca de dirección se constituye por una curva cuyo radio no puede ser muy grande, donde se escoge un radio mínimo, en vista que la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será mucho más costoso considerando un mayor desarrollo o mayor longitud.

**Tabla 1.** Radio mínimo canales abiertos

CAPACIDAD ( $\frac{m^3}{s}$ )	RADIO MÍNIMO (m)
20	100
15	80
10	60
5	20
1	10
0.5	5

**Fuente:** Ministerio de agricultura y alimentación, Boletín técnico N° 7. "Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales", (Lima 1978).



**Figura 3.** Elementos de curva

**Fuente:** manual – criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico.

**Donde:**

**A**= Arco; longitud de curva la cual se mide en cuerdas de 20 m.

**C**= Cuerda larga; viene a ser la cuerda que sub. – tiende la curva PC y PT.

**$\beta$** = Angulo de deflexión; comprendido en el PI.

**E**= External; distancia entre PI y la curva que se encuentra en la bisectriz.

**F**= Flecha; longitud de la perpendicular localizada del punto medio de la curva hacia la cuerda larga.

**G**= Grado; es el ángulo central.

**LC**= Longitud de curva que une PC y PT

**PC**= Principio de una curva

**PI**= Punto de inflexión

**PT**= Punto de tangente

**PSC**= Punto sobre curva

**PST**= Punto sobre tangente

**R**= Radio de la curva

**ST**= Sub tangente; distancia desde PC hacia PI. (Villón 1981).

**Rasante del canal**

Habiendo concluido con la señalización del canal, se procede con el dibujo del perfil longitudinal, las escalas usadas son de 1;1000 o 1;2000 para la dirección horizontal y 1;100 o 1;200 para la dirección vertical; la relación que necesita la escala horizontal y vertical es de 1 a 10.

Para el diseño de rasante se considera: Los puntos que tomamos para la captación de un canal de riego y la coincidencia de puntos si se considera como dren. Para la definición de la rasante en el fondo del canal, se verifica con distintas cajas hidráulicas, revisando la velocidad que resulta, siendo conformada según tipo de material donde será construido el canal. La pendiente que se considera para la rasante de fondo, se considera igualdad con pendiente natural promedio del terreno, cuando contamos con fuertes pendientes, proyectamos caídas o saltos de agua. El perfil longitudinal representado en él, debe adjuntar en lo mínimo lo siguiente:

- Cota de terreno
- Cota de rasante
- Kilometraje
- Pendiente
- Sección o secciones hidráulicas.
- Ubicación de las obras de arte
- Deflexiones del trazo con los elementos de curva (Villón 1981).

### **Máxima eficiencia hidráulica**

Para la máxima eficiencia hidráulica, (Villón 1981), se considera cuando tenemos la misma pendiente y el área traslada el mayor caudal, esto refiere un perímetro húmedo mínimo, la ecuación es:

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

### **Mínima infiltración**

Aplicado para la obtención de la mínima posible pérdida del recurso por infiltración en canales conformados de tierra, siendo dependiente del tirante del canal y el tipo de suelo, la ecuación de mínima infiltración es:

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

La siguiente tabla contiene limitaciones, y un promedio recomendado.

**Tabla 02:** Relación plantilla vs. Tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas

<b>Talud</b>	<b>Angulo</b>	<b>Máxima Eficiencia</b>	<b>Mínima Infiltración</b>	<b>Promedio</b>
Vertical	90°00′	2.0000	4.0000	3.0000
1/4 : 1	75°58′	1.5616	3.1231	2.3423
1/2 : 1	63°26′	1.2361	2.4721	1.8541
4/7 : 1	60°15′	1.1606	2.3213	1.7410
3/4 : 1	53°08′	1.0000	2.0000	1.5000
1 : 1	45°00′	0.8284	1.6569	1.2426
1¼ : 1	38°40′	0.7016	1.4031	1.0523
1½ : 1	33°41′	0.6056	1.2111	0.9083
2 : 1	26°34′	0.4721	0.9443	0.7082
3 : 1	18°26′	0.3246	0.6491	0.4868

**Fuente:** Villón Béjar, Máximo; "Hidráulica de canales"

Para la eficiencia de las secciones trapezoidales, consideramos una donde el ángulo que es formado por el talud y la horizontal es 60°, para una sección de eficiencia máxima debe cumplir:

$$R = y/2$$

Donde:

- **R** = Radio hidráulico
- **y** = Tirante

Podría diseñarse según condiciones mencionadas, al final se considera los ámbitos locales, proponiendo un propio diseño para cada situación. (Villón 1981).

## Secciones hidráulicas

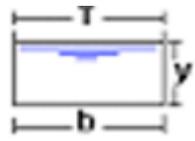
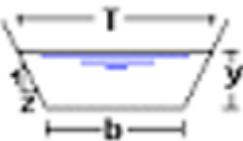
Se considera factores como: tipo de material del canal (cuerpo), velocidad mínima y máxima permitida, coeficiente de rugosidad, taludes, pendiente, etc. Manning o Strickler es la ecuación más utilizada, su expresión es:

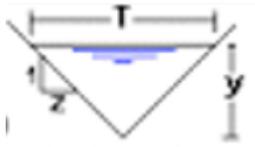
$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- **Q** = Caudal (m/s)
- **A** = Área
- **n** = Rugosidad
- **R** = Radio hidráulico: Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo. (Villón 1981)

**Tabla 3** – Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes

Tipos de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 <p><b>Rectangular</b></p>	$by$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	$b$
 <p><b>Trapezoidal</b></p>	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$

 <p><b>Triangular</b></p>	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 <p><b>Circular</b></p>	$\frac{(\theta - \sin \theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$(\sin \frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 <p><b>Parabólica</b></p>	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

**Fuente:** Villón Béjar, Máximo; "Hidráulica de canales"

### Rugosidad

Rugosidad: “Depende del talud y el cauce, efectuado por vegetación, irregularidad, paredes laterales, trazo del canal, radio hidráulico e impedimentos en el mismo, otro aspecto a considerar se sabe que difícilmente se conservará con el tiempo; en la práctica, constantemente existe una alteración de rugosidad. La tabla que se muestra a continuación, da valores “n” estimados, siendo argumentados con investigaciones y manuales”. (Aguirre, 1974).

**Tabla 4.** Valores "n" de rugosidad de Manning

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

**Fuente:** Aguirre, "Hidráulica de canales", Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras – CIDIAT, Mérida, Venezuela (1974).

#### **Talud apropiado considerando tipo de material**

La inclinación en un canal en sus paredes laterales, obedecen a varios factores, clase de terreno donde se alojan es un factor importante; la U.S. Bureau of reclamation (Oficina de reclamación) aconseja un talud de 1:5:1 en los canales; seguidamente, presentaremos un cuadro con taludes según diferentes tipos de material. (Aguirre, 1974)

**Tabla 5.** Taludes para diferentes tipos de materiales

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

**Fuente:** Aguirre, "Hidráulica de canales", Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras – CIDIAT, Mérida, Venezuela, (1974).

## Velocidades máximas y mínimas permisibles

La velocidad máxima permisibles estimada según la experiencia del ingeniero. La mínima velocidad tolerable, no admite la sedimentación, el valor varía y no se define exactamente, cuando fluye el agua se considera un limo este valor no es de interés, por lo que la baja velocidad apoya al aumento plantas, en un canal de tierra se considera una velocidad apropiada que no permite sedimentar = 0.762 m/seg (Krochin, 1978).

**Tabla 6.** Velocidades máximas en función de resistencia - Hormigón.

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

**Fuente:** KROCHIN, "Diseño Hidráulico", Ed. MIR, Moscú (1978)

## Flujos

El movimiento de un fluido en un conducto puede ser flujo en tubería o flujo abierto. El flujo debe considerar una superficie libre en canal abierto, ya que el flujo en tubería no posee. La sección transversal del flujo, es descrita según geometría del canal. La tubería posee una sección transversal por lo general circular, siendo la de un canal abierto cualquier forma ya sea circular o de forma irregular en ríos. La rugosidad varía según posición de una superficie libre en un canal abierto. El flujo en conductos cerrados no es un flujo en tuberías si posee una superficie libre, puede considerarse como flujo en canal abierto. (López, 2006).

## **Tipos de flujo**

En canales abiertos el flujo se clasifica en varios tipos y cuenta con maneras distintas de distribución. Lo que se clasifica relacionado con el cambio de profundidad del flujo, en el tiempo y al espacio, considerado flujo permanente y no permanente:

Es Permanente si el flujo en su profundidad no varía o se supone que es persistente en un intervalo de tiempo considerado. Se considera no permanente, si no varía la cuenca en el tiempo. En canales abiertos se necesita analizar el comportamiento del flujo bajo subordinaciones estables. Es importante la alteración del flujo con respecto al tiempo, siendo este importante en el diseño de sistemas de control, algunos ejemplos son: la caída hidráulica y el resalto hidráulico. (Mott, 2006). El caudal  $Q$  en una sección se manifiesta por:

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

V: Velocidad media.

A: Área de sección transversal perpendicularmente al sentido de este.

## **NUMERO DE FROUDE (Fr)**

Número adimensional que vincula lo ocasionado por la fuerza de gravedad y la fuerza de inercia que intervienen sobre un fluido; informa la situación del flujo hidráulico en canales abiertos. El número de Froude es definido en caudales como:

$$F_R = \frac{V}{\sqrt{gD_H}}$$

Donde:

- $FR > 1$  el régimen del flujo será súper crítico
- $FR = 1$  el régimen del flujo será crítico
- $FR < 1$  el régimen del flujo será sub crítico.
- **V**: velocidad media (en la sección del canal) [m/s]

- **DH:** Fondo hidráulica ( $A / T$ ) [m]. ( $A$ =superficie de sección transversal del flujo y  $T$ = ancho de la lámina libre)
- **g:** aceleración de la gravedad [m/s]. (Chow, 1982)

### **Bocatoma**

Estructura hidráulica que se construye para aumentar el nivel del tirante de agua, con la finalidad de derivar una parte del caudal del río a un canal para utilizar el recurso en proyectos de irrigación.

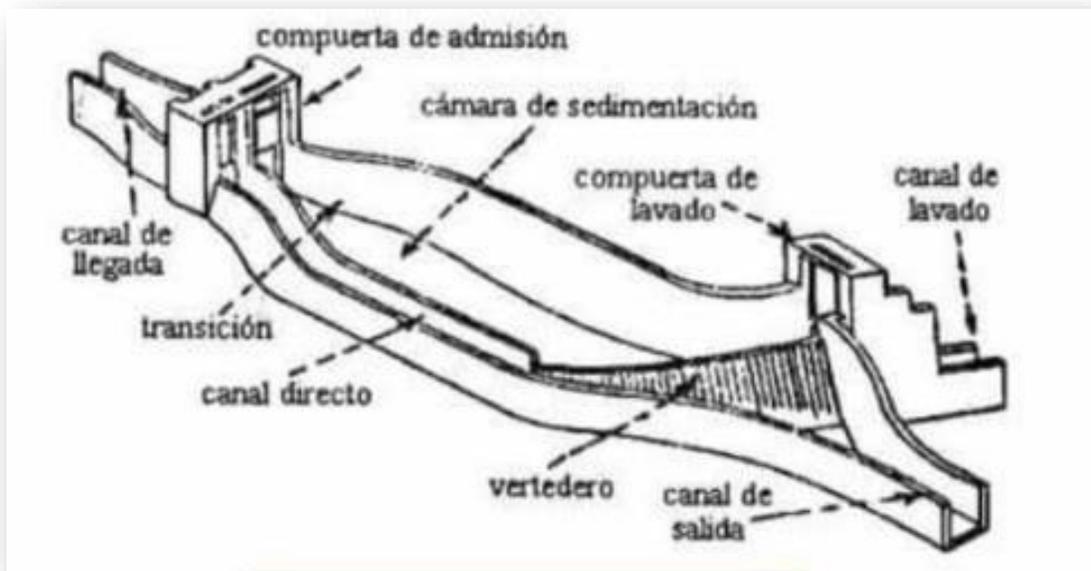
Las bocatomas construidas técnicamente comprenden de las siguientes partes:

- Compuesta de cierre y control de compuertas
- Dispositivos utilizados donde se mide los niveles, aguas arriba y debajo de la compuerta de control. Con unas graduadas que pueden poseer continuos medidores de nivel y transmisores de información al centro de trabajo, contando con mecanismos para operar la compuerta a cierta distancia.
- Vertedero, utilizado en fijar la sección de la dirección del flujo, en cota y planimétricamente, evitando la salida del flujo en ese punto y su posterior excavación.
- Un canal de limpieza, contenido en compuertas, permitiendo el desarenamiento aproximado a la bocatoma.
- Usualmente se completa con un desarenador y una reja, para evitando que el transporte salido sedimento, dificultando trabajos de mantenimiento del canal. (Chow, 1982)

### **Aliviadero y desarenador**

Ambos son estructuras de concreto, la primera útil para proteger la obra de captación contra la erosión y el arrastre y normalmente para regular los caudales máximos. La segunda, cumple la función de reducir la velocidad del agua, permitiendo así que el material sólido transportado se deposite en el fondo, de donde se retira periódicamente. Consta de los siguientes componentes:

- **Zona de entrada:** Su función es distribuir el flujo uniforme dentro de la unidad, a su vez uniformizando la velocidad.
- **Zona de desarenación:** Realiza por acción de la gravedad el proceso de depósito de partículas.
- **Zona de salida:** Lo conforma un vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la superficie sedimentada.
- **Zona eliminación y depósito del área sedimentada:** Construida por una tova con pendiente mínima de 10% permitiendo desplazar la arena hacia el canal de los sedimentos. (Guía para el diseño de sedimentadores y desarenadores. lima 2005)



**Figura 4.** Elementos de un desarenador típico

**Fuente:** MANUEL GARCIA, Diseño de desarenadores

#### 1.4 Formulación al problema

¿Cuál es el impacto del mejoramiento del canal de riego el común – vizcacha caserío la esperanza, distrito de Huaranchal, provincia Otuzco - La Libertad?

## **1.5 Justificación del estudio**

Con el presente proyecto se plantea dar una solución a la necesidad de un sistema de riego a través de canalizaciones, en razón que no existe un adecuado sistema de riego en la zona en donde es necesario realizar el diseño hidráulico del canal en estudio, disminuir la pérdida de agua por infiltración del canal a diseñar, aumentar el caudal o gasto, para así lograr incrementar mayor cantidad de áreas de riego, para proporcionar un mejor nivel de vida a los pobladores de la localidad de Huaranchal, así mismo garantizar un mejor manejo del agua, y para lograr un incremento económico mediante el cultivo de productos agrícolas y forestales que es característico de la zona.

## **1.6 Hipótesis:**

No se ha considerado hipótesis por tratarse de una investigación de tipo técnica descriptiva.

## **1.7 Objetivos:**

### **1.7.1 Objetivo general**

Determinar las características técnicas del diseño del mejoramiento del canal de riego El Común – Vizcacha, Caserío la esperanza, Distrito Huaranchal- Provincia de Otuzco-La Libertad

### **1.7.2 Objetivo específicos**

- Realizar el estudio topográfico.
- Elaborar el estudio de mecánica de suelos.
- Elaborar el estudio Hidrológico.
- Elaborar el Diseño Geométrico (Captación, conducción y obras de arte).
- Realizar el estudio de impacto ambiental.
- Elaborar los Costos y Presupuestos de obra.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

Es un estudio no experimental, trasversal, descriptivo simple cuyo esquema es el siguiente:



M= Lugar donde se realizará el proyecto

O= Datos obtenidos de la muestra

### 2.2. Variables, operacionalización

#### **Variable Independiente:**

Diseño del canal de riego El Común – Vizcacha, Caserío la esperanza, Distrito Huaranchal-  
Provincia de Otuzco-La Libertad

#### **Definición conceptual:**

Diseñar un canal de regadío, compromete a indicar e identificar la ubicación del punto de captación, captar el agua, verificar la demanda, uso, su distribución adecuada, considerando obras de arte según la topografía. Por lo tanto, el proyecto debe ser funcional, económico y seguro, siguiendo parámetros del RNE.

#### **Dimensiones de las Variables:**

- Levantamiento topográfico.
  - Alineamientos.
  - Perfiles longitudinales.
  - Vista en planta y secciones.
- Estudio de mecánica de suelos (EMS).
  - Granulometría.
  - Límites de consistencia.
  - Capacidad portante.
  - Peso específico.
- Diseño técnico - geométrico de la bocatoma (Captación).
  - Estudio hidrológico.
  - Avenida máxima de diseño
  - Ventanas de captación.
  - Desarenador.

- Diseño técnico - geométrico del canal (, conducción y obras de arte).
- Calculo del caudal de diseño.
- Calculo de obras de arte.
- Geometría de canal.
- Evaluación de impacto ambiental del proyecto.
- Medidas de prevención.
- Medidas de mitigación.
- Medidas de control.
- Elaboración del análisis de costos y presupuestos.
- Metrados.
- Costo directo y Costo indirecto.
- Gastos generales y Cronograma de obra.

**Tabla 7.** Dimensión de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA DE MEDICIÓN
	<b>Levantamiento topográfico</b>	Punto de partida para realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de planos, etc.	EL levantamiento topográfico se realizara con estación total, tomando en cuenta el eje del canal, paredes del mismo tanto arriba como	Curvas de Nivel y Equidistancias	m	
Levantamiento Altimétrico				m		
Perfil Longitudinal				m		

<b>Diseño para el mejoramiento del canal de riego el Común - Vizcacha, caserío la Esperanza, distrito de Huaranchal, provincia Otuzco- la Libertad</b>			abajo y el grosor.	Pendiente	%	C u a n t i t a t i v a  d e  r a z ó n
				Vista de Planta y Secciones Transversales	m	
	<b>Estudio mecánica de suelos (ems)</b>	Realización de calicatas y sondajes de exploración de muestras obtenidas, llevadas al laboratorio de suelos para desarrollar pruebas de propiedades físico químicas de los suelos o rocas, las cuales se sintetiza en el denominado Informe de Ensayos.	El EMS será elaborado por la Universidad, desarrollados en el Laboratorio de mecánica de suelos para el posterior análisis granulométrico y otros correspondientes del proyecto.	Análisis Granulométrico	%	
				Contenido de Humedad	%	
				Análisis de cimentaciones superficiales	tn	
				Densidad Máxima	%	
				Límites de consistencia	%	

				Perfil Estratégico del Suelo	m
<b>Estudio hidrológico</b>	Documento que define cuáles son las consecuencias que una obra o proyecto puede llegar a afectar el estado de una cuenca hidrológica que le corresponde.	Elaborado con programas básicos de hidrología como el Argis y Cropwat 8.0, con la recopilación de datos de estaciones pluviométricas	Caudal de Escorrentía	m <sup>3</sup> /s	
			Cuencas	km <sup>2</sup>	
			Precipitaciones	mm	
			Obras de Arte	mm	
<b>Diseño geométrico</b>	Consiste en situar el trazado de un canal o calle en el terreno. Generalmente se forman varios corredores y se considera cuál puede ser el coste ambiental, económico o benéfico de la construcción del canal	Consiste en situar el trazado de un canal o calle en el terreno. Generalmente se forman varios corredores y se considera cuál puede ser el coste ambiental, económico o	Elementos de Diseños Geométricos del canal	m	
			Escala de medición	indicada	
			Metrados	m	
			Trazo Longitudinal	km	

			benéfico de la construcción del canal	Análisis de Impacto Ambiental	(-) o (+)
<b>Estudio de impacto ambiental</b>	Instrumento básico para la obtención de decisiones sobre actividades que demandan licencia ambiental y se exigirá autorización ambiental de acuerdo con la ley y este reglamento.	Se elaborará con experiencia, obtenidos por conocimientos de profesionales dedicados al tema ambiental		Metrados	Unid., ml, m <sup>2</sup> , m <sup>3</sup> , kg, glb, pulg <sup>2</sup>
<b>Costos y presupuestos</b>	Proporciona análisis profundos para una eficiente estimación, formulación del presupuesto y control de costos, desde su proyección inicial hasta ejecución.	Se desarrollará de acuerdo al diseño del mejoramiento, ver los materiales a utilizar y en qué tiempo se desarrollará con eficacia el proyecto.	Análisis de Costos Unitarios	S/.	
			Fórmulas Polinómicas	%	
			Presupuestos	S/.	

### **2.3. Población y muestra**

La población viene a ser el Diseño del canal de riego el Común – Vizcacha con una longitud de 5.5 km para irrigar 160 hectáreas. No necesita muestra, porque se va a trabajar con toda la población.

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

- **Entrevista:** A través de una guía de entrevista al ingeniero responsable de obras. Conversar con la población de estudio.
- **Estudio de suelos:** Transportar las muestras en contenedores impermeables hasta el laboratorio de la Universidad.
- **Estudio del terreno:** Para determinar las características del suelo y la capacidad portante (resultados de laboratorio).
- **Levantamiento topográfico:** Se realizará en la zona de estudio para el posterior cálculo de gabinete.
- **Estudio de impacto ambiental:** A través de conocedores en el tema se hará una apreciación objetiva.
- **Uso de programas de ingeniería:** A través de programas de ingeniería se podrá hacer el diseño geométrico del canal.

### **2.5. Métodos de análisis de datos**

Se realizará primeramente los estudios Topográficos, conocimientos considerados dentro de la carrera, a través de la utilización del software para lograr la optimización de la investigación con la Utilización del programa HCanales para a través de un caudal previamente medido se llega a elaborar el diseño del mismo.

### **2.6. Aspectos éticos**

Los estudios para la investigación se basan según normas de aplicación en nuestro territorio. La información presentada, no será manipulada según los estudios realizados, luego se procederá conjuntamente con la municipalidad a la ejecución del proyecto.

### **III. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS**

#### **3.1 Levantamiento Topográfico**

##### **3.1.1. Generalidades**

En todo proyecto de obras hidráulicas lo primordial es la topografía, pues su elaboración se llevará a cabo una vez recopilados todos los puntos topográficos de la zona de estudio sobre la cual se proyecta mejorar, rehabilitar o construir una obra.

Para el trabajo de investigación, mediante su reconocimiento de campo primero se realizó su levantamiento topográfico con un GPS navegador, estación total y prismas.

##### **3.1.2. Objetivos**

El estudio topográfico tiene como objetivo realizar los trabajos necesarios (campo y gabinete) los cuales permitirán tener datos topográficos que representen los accidentes del terreno y obtener la ubicación y elevación precisa del eje longitudinal del canal a proyectarse, de las estructuras y obras de arte.

##### **3.1.3. Reconocimiento del terreno**

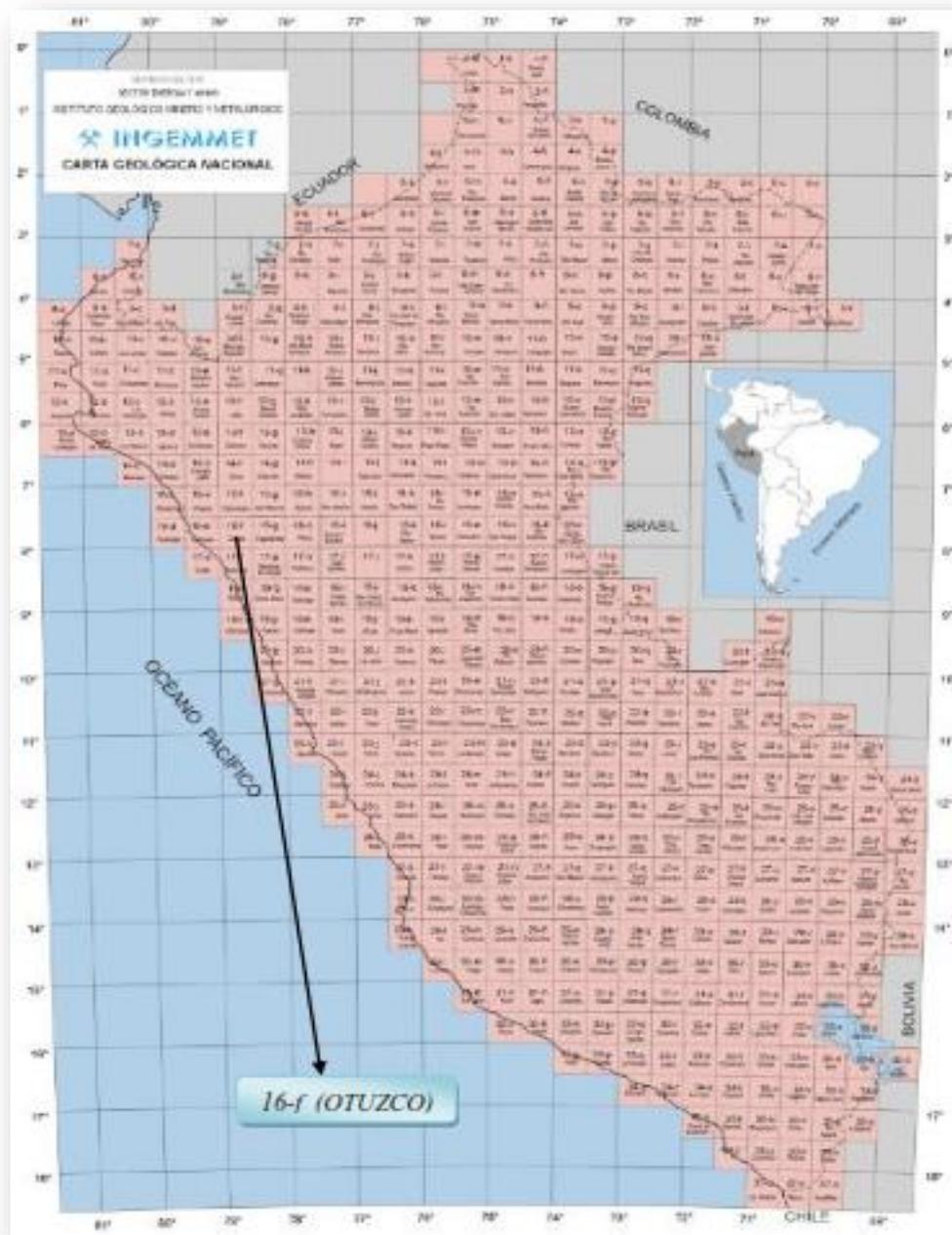
En la visita de la zona se pudo identificar los puntos obligatorios de paso, teniendo los equipos y materiales necesarios, se recorrió el canal a pie para su levantamiento Topográfico, desde la captación en la quebrada Igor nace el proyecto la cual surge agua constante, de igual manera existe otra captación del Rio Huaranchalino en donde se propone construir una bocatoma de captación lateral en el kilómetro 0+180, se proyectará un desarenador con la finalidad de retener arenas que traen las aguas del río. Seguidamente se observa obras como el canal propio el cual tendrá que ser demolido sus 2+240 km, puente carrozable, pozas de amortiguación, evitando destruir el paisaje natural y obtener información topográfica de la zona.

##### **3.1.4. Redes de apoyo**

La obtención de buscar mayor información posible, ayudo a tener una idea más segura sobre la localización del tipo de canal a proyectarse. La información se obtuvo de la siguiente manera:

### a) Información cartográfica

Los mapas fueron de mucho valor para hacer estimaciones preliminares de la ruta del canal, y para ello se contó con cartas nacionales a escala 1:100000 y 1:5000, adquirida del instituto Geográfico Nacional.



**Figura 5.** Carta Geológica Nacional

**Fuente:** Instituto geográfico Nacional – Carta Geológica 16-F (Otuzco)

## b) Información de los pobladores de la zona

Esta información fue importante porque nos permitió conocer en campo las obras de arte a mejorar con sus respectivas tomas laterales. La cual se requiere para analizar y tener mayor conocimiento de la necesidad de mejorar el canal en beneficio de los usuarios.

### 3.1.5. Metodología de trabajo

Para el presente estudio, se realizó el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico tanto en el eje longitudinal como en el transversal del canal a diseñar también se hizo la radiación con mayor detalle en los sectores considerados para el estudio y construcción de bocatomas y desarenadores.

El inicio del levantamiento topográfico (taquimétrico), se procedió posicionando la estación total (Leyka TS02 Flex line), tomando coordenadas en el punto estacionado, luego dimos vista atrás hacia un punto conocido, denominado punto de inicio 0+000 con coordenadas por el norte: 9152002.01, en el este:782479.86, con una altitud de la fuente de agua por los 2,100 m.s.n.m. Debido a lo accidentado de la topografía se realizaron continuamente cambios de estación, permitiendo tomar lecturas topográficas (lineales y angulares) a distancias aproximadas de 40.00 metros dentro del eje longitudinal con estos datos se confeccionó el plano topográfico que ha sido utilizado en el diseño definitivo del canal.

Los implementos utilizados fueron los siguientes:

- 1 Estación Total Leyka TS02 Flex line.
- 1 Gps Navegador.
- 2 Prismas
- 1 wincha de 30 metros y otra de 5 metros.
- Corrector, pintura, lapiceros y libreta de campo.



**Figura 6.** Levantamiento topográfico

Para la ubicación de la bocatoma y desarenador se ha tenido en consideración la posición más conveniente de consideraciones topográficas y geológicas, así como la visibilidad y facilidad de acceso a la zona del proyecto, se procedió a dejar BMs cercanos a las zonas de diseño de Bocatoma, con el propósito del momento de replantear el proyecto se pueda establecer de manera rápida la posición y elevación topográfica en el Sector La Esperanza.



**Figura 7.** Ubicación de Bocatoma y desarenador

**Tabla 7.** Relación de Estaciones

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	ESTACIÓN
1	782502.328	9151932.93	2654.2761	REF
61	782482.309	9151975.58	2656.3604	E1
80	782503.947	9151931.58	2653.9312	E2
78	782514.315	9151930.77	2653.7318	E3
141	782493.065	9151802.05	2630.4259	E4
150	782492.588	9151820.75	2629.309	E5
188	782487.701	9151804.42	2628.5227	E6
200	782497.115	9151776.77	2626.409	E7

<b>257</b>	782477.325	9151749.89	2625.7664	E8
<b>322</b>	782456.552	9151731.3	2622.6753	E9
<b>337</b>	782447.555	9151711.58	2620.4352	E10
<b>383</b>	782459.491	9151636.96	2620.0144	E11
<b>472</b>	782438.81	9151606.25	2618.3737	E12
<b>497</b>	782455.375	9151591.62	2618.1994	E13
<b>575</b>	782467.742	9151541.27	2614.8542	E14
<b>605</b>	782465.447	9151516.07	2613.8707	E15
<b>619</b>	782461.887	9151497.96	2613.0484	E16
<b>630</b>	782462.073	9151467.1	2611.1403	E17
<b>693</b>	782520.422	9151409.16	2606.4083	E18
<b>730</b>	782567.216	9151369.28	2602.0957	E19
<b>744</b>	782591.787	9151365.74	2601.2592	E20
<b>821</b>	782631.258	9151308.94	2596.7067	E21
<b>881</b>	782674.404	9151260.02	2594.0737	E22
<b>937</b>	782692.002	9151207.69	2592.138	E23
<b>971</b>	782718.442	9151191.35	2590.2095	E24
<b>1049</b>	782714.913	9151144.25	2588.1528	E25
<b>1118</b>	782695.714	9151128.38	2583.5654	E26
<b>1154</b>	782736.437	9151014.27	2583.4978	E27
<b>1249</b>	782720.507	9150975.48	2577.9637	E28
<b>1274</b>	782727.848	9150933.75	2571.8038	E29
<b>1336</b>	782718.42	9150900.41	2567.8465	E30
<b>1365</b>	782696.567	9150862.83	2565.4223	E31
<b>1404</b>	782700.373	9150820.76	2561.0156	E32
<b>1426</b>	782706.723	9150789.49	2559.3227	E33
<b>1449</b>	782702.006	9150767.78	2558.2139	E34
<b>1462</b>	782662.253	9150693.97	2555.0792	E35
<b>1497</b>	782628.995	9150672.35	2553.9014	E36
<b>1510</b>	782604.405	9150663.19	2551.9211	E37
<b>1560</b>	782592.661	9150638.93	2550.674	E38
<b>1591</b>	782619.862	9150598.1	2545.484	E39
<b>1607</b>	782622.228	9150553.04	2543.2172	E40
<b>1653</b>	782631.625	9150525.65	2541.7319	E41
<b>1671</b>	782658.789	9150498.82	2538.8479	E42
<b>1699</b>	782660.324	9150489.76	2536.6875	E43
<b>1739</b>	782692.662	9150430.48	2527.6614	E44
<b>1777</b>	782717.887	9150370.35	2520.8036	E45
<b>1878</b>	782740.15	9150338.69	2516.854	E46
<b>1903</b>	782760.726	9150319.6	2514.629	E47
<b>1967</b>	782600.013	9150273.2	2492.7925	E48

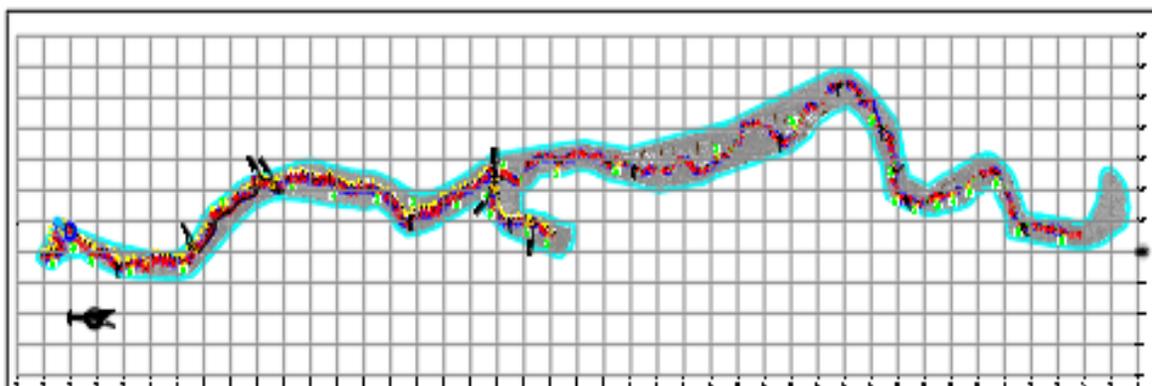
<b>1965</b>	782595.593	9150259.36	2490.2131	E49
<b>1979</b>	782581.347	9150184.92	2476.755	E50
<b>2024</b>	782587.87	9150176.82	2477.3422	E51
<b>2081</b>	782556.181	9150120.78	2462.6498	E52
<b>2158</b>	782740.484	9150306.65	2514.0495	E53
<b>2207</b>	782724.312	9150219.74	2511.8323	E54
<b>2231</b>	782743.709	9150205.8	2511.4249	E55
<b>2246</b>	782779.232	9150183.09	2510.9847	E56
<b>2265</b>	782794.079	9150082.58	2508.643	E57
<b>2302</b>	782781.105	9150062.21	2509.496	E58
<b>2324</b>	782805.375	9150028.83	2508.5761	E59
<b>2345</b>	782814.422	9150004.06	2508.0728	E60
<b>2367</b>	782814.782	9149979.14	2507.1977	E61
<b>2377</b>	782808.15	9149964.37	2503.5616	E62
<b>2404</b>	782803.138	9149931.85	2491.4336	E63
<b>2417</b>	782812.238	9149916.24	2489.0143	E64
<b>2429</b>	782806.37	9149903.25	2485.251	E65
<b>2441</b>	782789.742	9149898.79	2480.7905	E66
<b>2476</b>	782796.743	9149856.3	2476.2495	E67
<b>2515</b>	782753.809	9149750.61	2465.7381	E68
<b>2543</b>	782767.134	9149728.26	2464.1068	E69
<b>2558</b>	782754.992	9149666.87	2456.3294	E70
<b>2576</b>	782729.85	9149632.99	2454.8638	E71
<b>2617</b>	782761.718	9149548.77	2449.374	E72
<b>2632</b>	782769.297	9149504.68	2448.192	E73
<b>2661</b>	782802.347	9149462.5	2447.9176	E74
<b>2679</b>	782811.014	9149442.52	2447.7602	E75
<b>2702</b>	782848.299	9149407.25	2445.2988	E76
<b>2715</b>	782854.809	9149398.55	2444.7135	E77
<b>2725</b>	782894.647	9149381.86	2443.8205	E78
<b>2768</b>	782909.312	9149370.45	2443.515	E79
<b>2766</b>	782905.211	9149334.15	2436.1866	E80
<b>2796</b>	782894.105	9149279.9	2423.1375	E81
<b>2817</b>	782861.31	9149245.37	2409.8473	E82
<b>2834</b>	782853.136	9149229.54	2407.5659	E83

**Tabla 8.** Relación de Bench Marck

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	ESTACIÓN
323	782474.564	9151748.11	2625.9238	BM1
324	782456.552	9151731.3	2622.6753	BM2
695	782515.23	9151412.13	2606.9997	BM3
1216	782736.445	9151018.82	2584.1109	BM4
1460	782683.298	9150731.82	2556.5069	BM5
1741	782694.35	9150424.18	2527.1786	BM6
2153	782550.033	9150093.67	2457.5863	BM7
2154	782760.726	9150319.6	2514.629	BM8
2216	782727.775	9150223.1	2512.8038	BM9
2474	782790.082	9149858.59	2477.6731	BM10
2633	782766.439	9149528.83	2449.3101	BM11
2639	782756.554	9149662.87	2455.8859	BM12
2640	782769.297	9149504.68	2448.192	BM13
2736	782909.904	9149369.72	2443.5959	BM14

### 3.1.6. Trabajo de gabinete

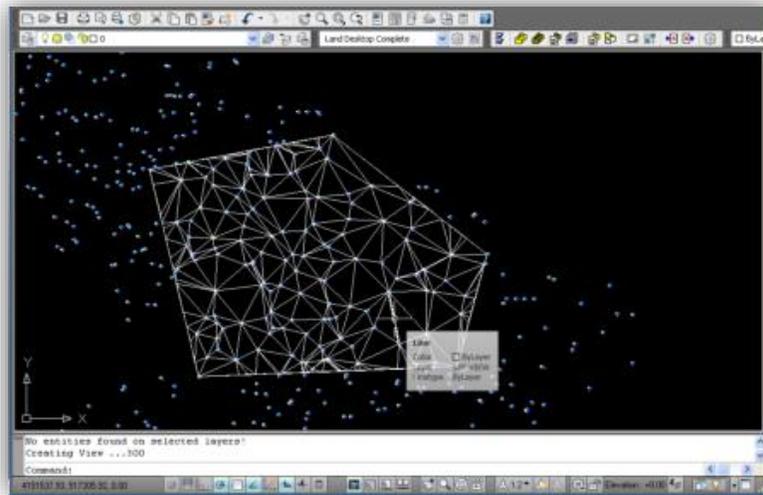
Posteriormente del Levantamiento topográfico, obteniéndose la base de puntos topográficos, se lleva a importar en el programa Civil 3D, configurando inicialmente la zona de ubicación del tramo de estudio ,donde se realizó el levantamiento topográfico , en el hemisferio planetario, la Provincia de Otuzco se encuentra ubicada en la zona 17 Sur mediante las coordenadas UTM en el sistema WGS 84, luego se generó sus curvas de nivel, con lo que se elaboró el plano de ubicación, el plano clave del trazo del canal, planos en planta, plano hidrológicos.



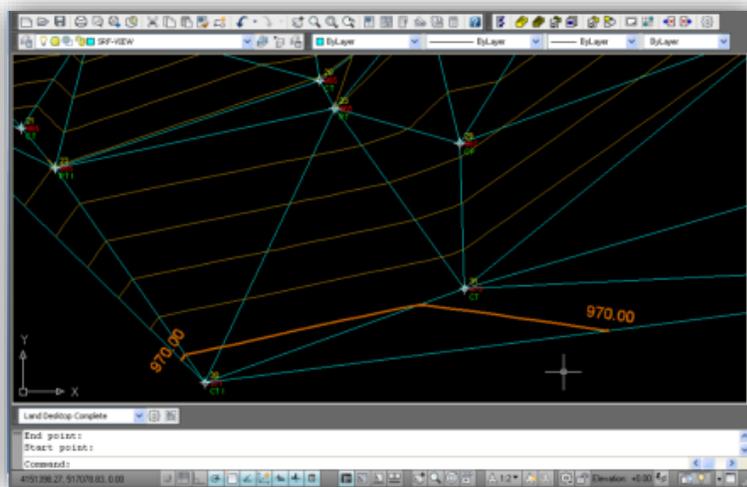
**Figura 8.** Trabajo de gabinete

### a) Curvas de nivel

El procedimiento básico que se realizó para generar las curvas de nivel fue inicialmente exportar de la estación total los datos tomados de campo (Coordenadas y elevaciones de los puntos tomados) en un archivo csv. Esta data posteriormente fue guardada como un Excel para luego ser incorporada al programa Civil 3d. Estando en el programa el siguiente paso fue generar una triangulación de la superficie o líneas TIN y así obtener las líneas de curvas de nivel.



**Figura 9.** Triangulación en el Civil 3D



**Figura 10.** Generación de curvas a nivel en el Civil 3D

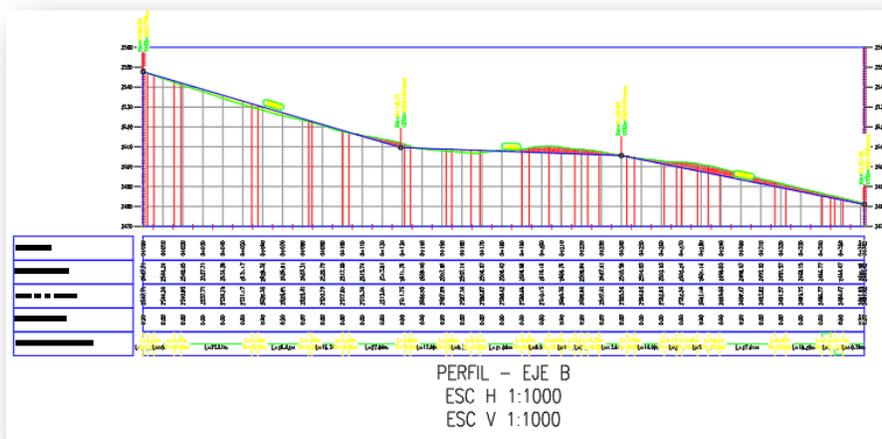
## b) Perfil longitudinal – Rasante

Para la generación de perfiles longitudinales y rasante de cada uno de los canales fue necesario crear dentro de la superficie digital calculada en el alineamiento horizontal que nos permita establecer el trazo del canal a diseñar. Este alineamiento fue creado a través de una polilínea, para luego ser guardada dentro de la base de datos de alineamientos.

El siguiente paso se procedió al cálculo del perfil longitudinal llamando a los comandos de Autodesk Civil los caudales permitieron determinar el desnivel del terreno o alineamiento definido del canal. El reporte o impresión de la malla del Grid del perfil se realizó a distancias horizontales de cada 20 metros y verticales cada 5 metros, todo esto para una mejor visualización de la forma de terreno. A continuación, describiremos el perfil longitudinal del canal.

### b.1) Canal Común - Vizcacha

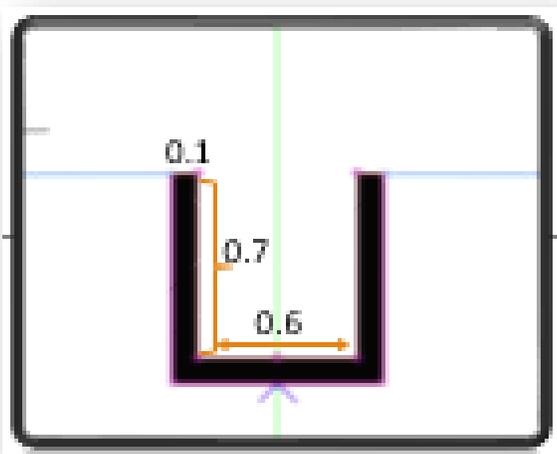
El canal tiene un alineamiento de 5516.00 metros presenta una pendiente mínima de -1.9 (%) las cuales fueron establecidas en diferentes progresivas, esto nos quiere decir que el perfil del terreno en este sector no es muy accidentado. También presenta tramos donde las pendientes son altas y varían de 26.89 (%) hasta 40 (%); por este motivo en estos sectores se tendrá que tener consideración la construcción de pozas disipadoras de energía que eviten altas velocidades la construcción de pozas disipadoras de energía que eviten altas velocidades del flujo de agua en el canal, impidiendo de esta manera la erosión y deterioro de estos.



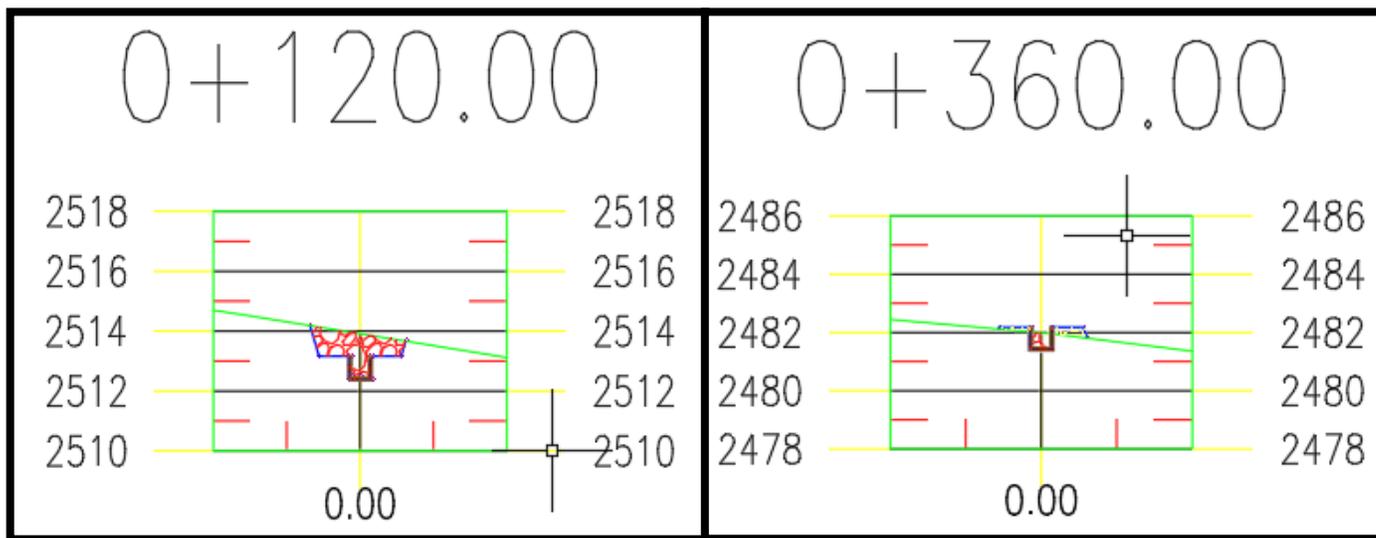
**Figura 11.** Generación del perfil longitudinal

### c) Secciones Transversales

La forma que se realizó para generar las secciones transversales del canal, fue procesar inicialmente las rasantes trazadas. Se realizó secciones a distancias de 20 metros en tramos tangentes y en curvas, a través de ello se obtuvo las áreas y volúmenes de corte y relleno necesario para el presupuesto de obra.



**Figura 12.** Sección típica



**Figura 13.** Sección transversal – relleno - corte

**Tabla 9.** Volúmenes de corte y relleno (m<sup>3</sup>)

Volúmenes acumulados (m <sup>3</sup> )		
Canal	Corte	Relleno
El Común - Vizcacha	35530.573 m <sup>3</sup>	27715.570 m <sup>3</sup>

**d) Escalas**

Como en los perfiles longitudinales las distancias son mucho más grandes que los desniveles, fue necesario emplear diferentes escalas para el dibujo de perfil. En nuestro caso empleamos una escala para la distancia horizontal (1/2000) y otra para las alturas (1/200). En cuanto a las secciones transversales, las escalas tanto horizontal como vertical serán 1:100. Todas estas escalas fueron señaladas en los planos tanto textualmente como de manera gráfica.

**3.1.7. Análisis de resultados**

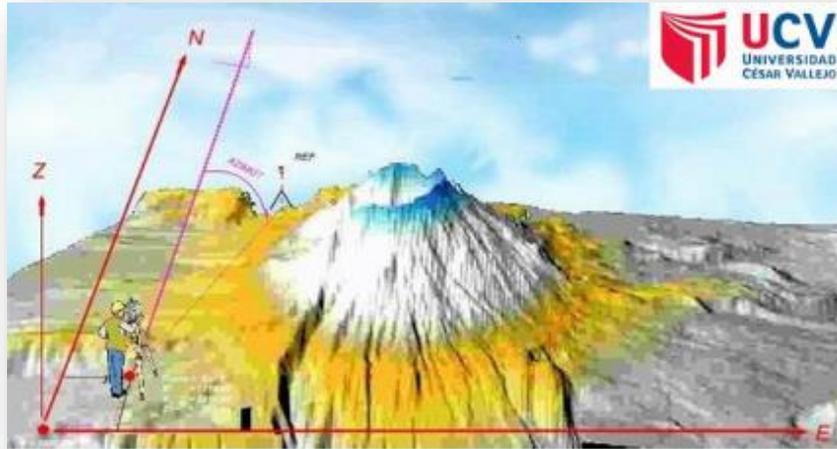
Para el desarrollo de nuestro levantamiento topográfico se desarrolló con el apoyo de autoridades de la zona y como se iba avanzando se fue conociendo de una manera detallada las obras de arte en el canal e información sobre sus cultivos.



**Figura 14.** Toma de datos en campo (canal de regadío)

## Levantamiento con estación total

**Paso 1:** La estación total, permite realizar el registro de una gran cantidad de puntos. Primeramente, se tiene que realizar el establecimiento de Azimut de partida. Posteriormente se realiza la medición y registro de los puntos de interés, desde a primera estación.



**Figura 15.** Establecimiento del azimut de partida

**Paso 2:** Terminada esta operación, se procede a realizar un cambio de estación, para lo cual se visa y registra los nuevos datos de la nueva estación (E2). De la misma manera el topógrafo realiza el levantamiento de los puntos de interés desde la Est.2. El topógrafo puede realizar los cambios de estación que considere necesarios, hasta concluir con el levantamiento topográfico.



**Figura 16.** Registro del cambio de estación

## **3.2 Estudio de suelos**

### **3.2.1. Generalidades**

Los principios básicos de la Técnicas actuales para diseñar y construir estructuras hidráulicas que nos permiten realizarlas con mayor seguridad, siendo vinculada a los fundamentos de la mecánica de suelos. La topografía de la zona es accidentada. La ruta del canal atraviesa laderas pronunciadas y estables, constituidas por rocas sueltas, rocas disgregadas, arena, tierra compacta y terrenos de cultivo.

### **3.2.2. Objetivos**

Conocer las condiciones físicas, químicas y geotécnicas del suelo, para las obras hidráulicas (obras de arte), que conforman el proyecto: "Diseño para el mejoramiento del canal de riego el Común – Vizcacha, Caserío la Esperanza, Distrito de Huranchal, Provincia de Otuzco – La Libertad".

### **3.2.3. Sismicidad**

Las fases de exploración y análisis de campo y laboratorio, así como la aplicación de la Ingeniería Geotécnica, han sido desarrolladas con la finalidad de establecer características de capacidad portante y cuanto puede deformarse por la aplicación de las cargas que impondrán las estructuras hidráulicas proyectadas, teniendo en cuenta las dos condiciones fundamentales de toda sustentación de cargas externas, esto es: El coeficiente de seguridad de la cimentación con respecto a una rotura por falla de resistencia al esfuerzo cortante en el terreno de un apoyo, tenga un valor mínimo de 3.5 (coeficiente mayor exigido por el tipo de obra) y por otro lado que las deformaciones provocadas en las estructuras por efecto de los asentamientos se encuentren dentro del valor permisible a fin de no producir daños irreparables.

### **3.2.4. Trabajo de campo**

Para el presente proyecto, se ha practicado la excavación de 5 calicatas, 1 calicata por cada Kilómetro del canal a diseñar; fue realizado a cielo abierto, y nos ha permitido examinar en su estado natural las características de los materiales que constituye cada estrato de suelo

encontrado, haciendo una descripción de los mismos. Para el transporte de las muestras extraídas, se han utilizado bolsas plásticas cerradas herméticamente.



**Figura 17.** Excavación de la calicata 4



**Figura 18.** Medición de la profundidad de las calicatas

### 3.2.4.1. Excavaciones

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas anteriormente se han efectuado las excavaciones de las calicatas ubicadas a lo largo del eje de cada canal a diseñar, tomándose muestras de cada estrato para su clasificación geológica y análisis de laboratorio. Es necesario aclarar que la profundidad de excavación de las calicatas está referida al nivel del terreno natural.

### 3.2.4.2. Toma y transporte de muestras

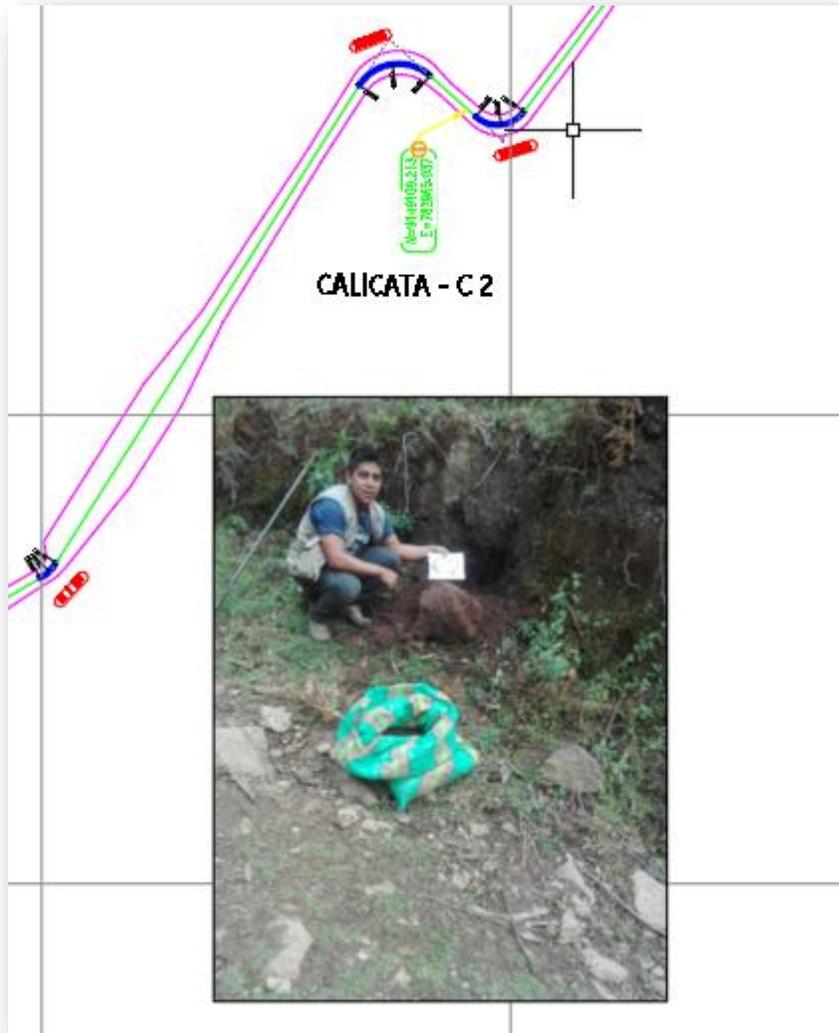
La localización de las calicatas en el canal se determinó de acuerdo a la inspección de campo y a través de las consideraciones topográficas.

**La calicata C-1:** se encuentra en la progresiva 5+500.00; con coordenadas de ubicación (Norte= 9148114.000, Este= 782554.000), y fue excavada a una profundidad de 1.20 m por 0.80 m. de diámetro. En esta calicata se encontró un tipo de estrato a una profundidad de 1.2 m.



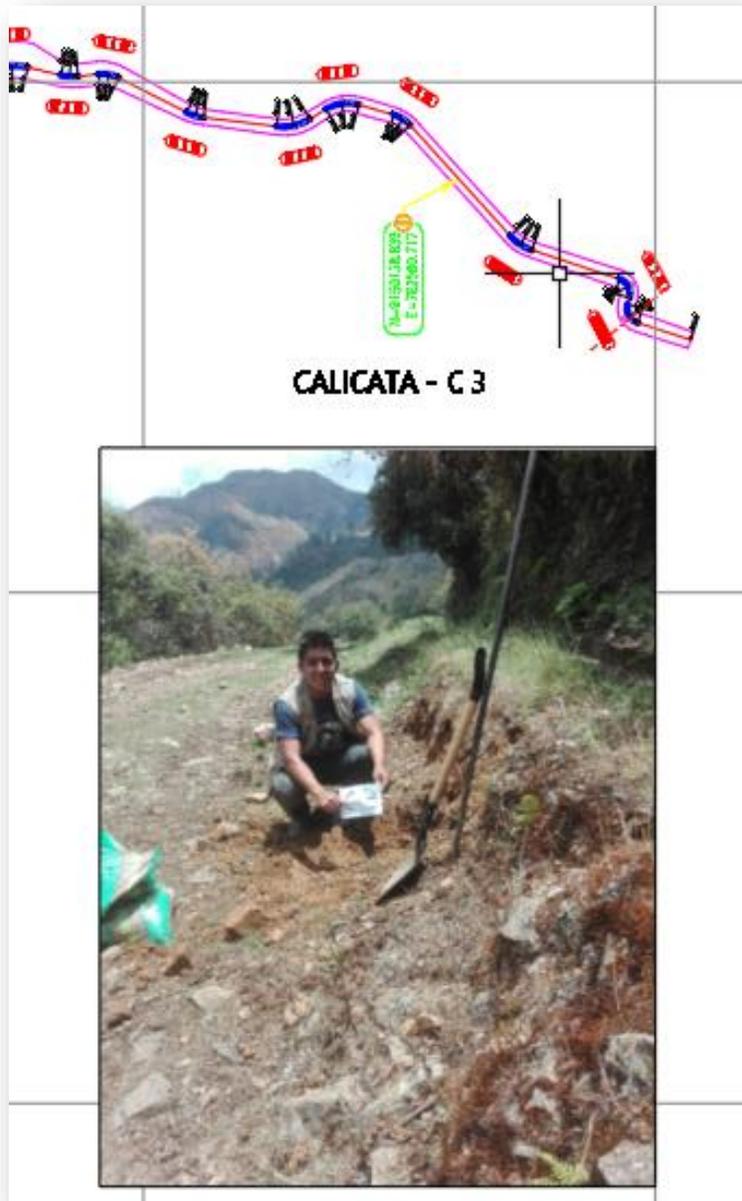
**Figura 19.** Ubicación de la calicata 1

**La calicata C-2:** se encuentra en la progresiva 4+060.00; con coordenadas de ubicación (Norte= 9149109.213, Este= 782965.037), y fue excavada a una profundidad de 1.20 m por 0.80 m. de diámetro. En esta calicata se encontró un tipo de estrato a una profundidad de 1.2 m.



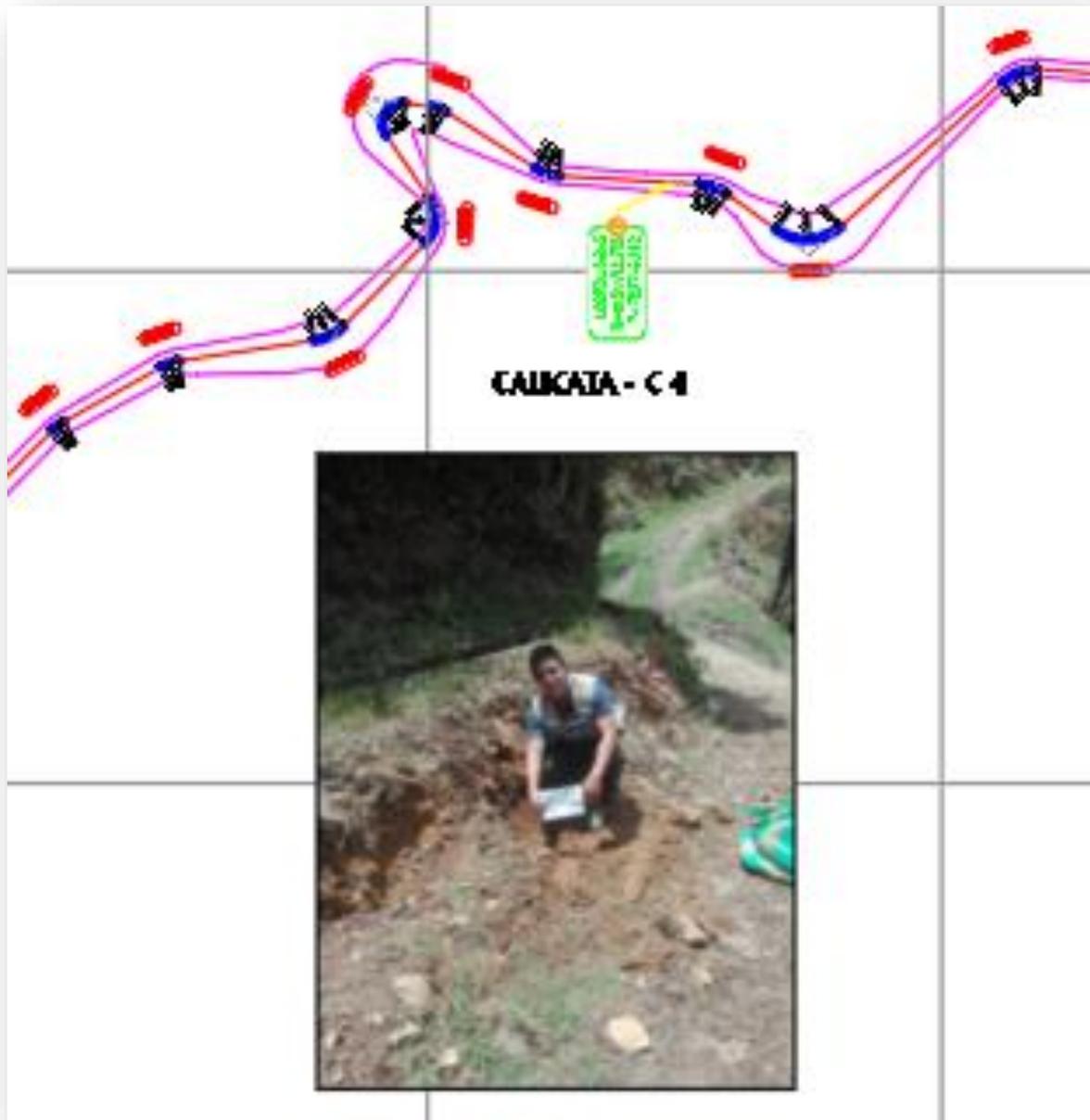
**Figura 20.** Ubicación de la calicata 2

**La calicata C-3:** se encuentra en la progresiva 2+500.00; con coordenadas de ubicación (Norte= 9150138.839, Este= 782580.717), y fue excavada a una profundidad de 1.20 m por 0.80 m. de diámetro. En esta calicata se encontró un tipo de estrato a una profundidad de 1.2 m.



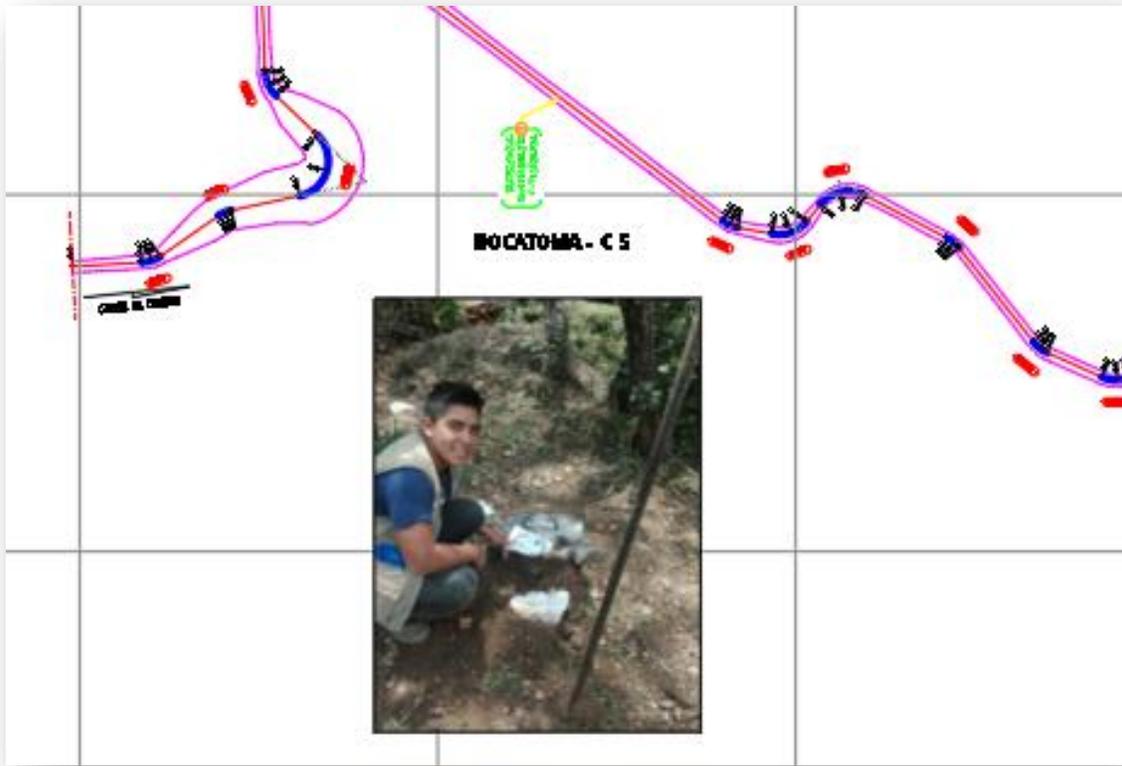
**Figura 21.** Ubicación de la calicata 3

**La calicata C-4:** se encuentra en la progresiva 1+200.00; con coordenadas de ubicación (Norte= 9151152.750, Este= 782716.982), y fue excavada a una profundidad de 1.20 m por 0.80 m. de diámetro. En esta calicata se encontró un tipo de estrato a una profundidad de 1.2 m.



**Figura 22.** Ubicación de la calicata 4

**La calicata C-5:** se encuentra en la progresiva 0+300.00; con coordenadas de ubicación (Norte= 9151866.236, Este= 782526.828), y fue excavada a una profundidad de 1.20 m por 0.80 m. de diámetro. En esta calicata se encontró un tipo de estrato a una profundidad de 1.2 m.



**Figura 23.** Ubicación de la calicata 5



**Figura 24.** Extracción de muestras en bolsas plásticas

**Tabla 10.** Resumen de Calicatas

<b>CALICATAS</b>	<b>PROGRESIVA (Km)</b>
C – 01	5+500.00
C – 02	4+060.00
C – 03	2+500.00
C – 04	1+200.00
C – 05	0+180.00

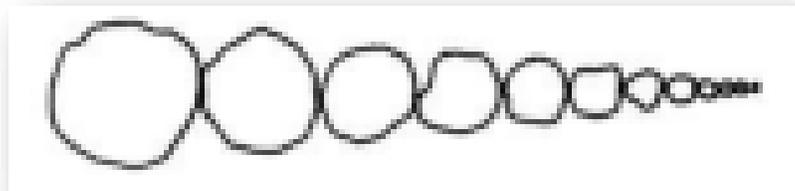
### **3.2.5. Trabajo de laboratorio**

Con las muestras representativas alteradas e inalteradas se ejecutaron ensayos como: Análisis granulométrico, contenido de humedad, Límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), Clasificación de suelos, análisis de cimentaciones superficiales. Como ejemplo se ha considerado datos de la calicata 5 por considerarse de importancia. Para conocer más sobre el EMS (Ensayo de mecánica de suelos), ver anexo

#### **3.2.5.1. Análisis granulométrico**

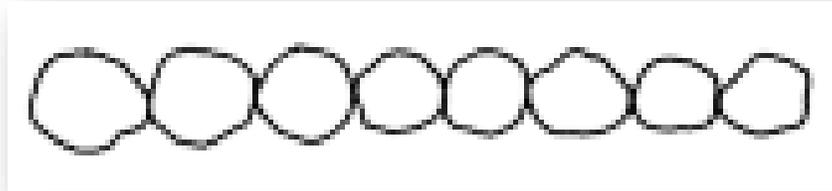
Estudia la distribución de las partículas que conforman un suelo según su tamaño, lo cual ofrece un criterio para una clasificación descriptiva. La variedad del tamaño de las partículas es casi limitada (ASTM – D421). La granulometría nos permite determinar la graduación del suelo.

**Suelo bien graduado:** Existe una graduación continua de tamaños.



**Figura 25.** Diagrama de suelo bien graduado

**Suelo mal graduado:** Existe una graduación uniforme de tamaños.



**Figura 26.** Diagrama de suelo bien graduado

**Suelo con graduación discontinua:** Existe una graduación discontinua de tamaños.



**Figura 27.** Diagrama de suelo con representación discontinua

Para el proyecto se optó por realizar el método de tamizado por lavado, se realiza este método debido al alto contenido de finos (limos y arcillas). La muestra para realizar el ensayo deberá estar seca y se debe usar aproximadamente 200 gr. Si es material arcillo limoso y 500 gr. si el material es granular y contiene finos. Para nuestro proyecto consideramos 1500 gramos de muestra y se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Secar la muestra
- b) Pesar la muestra seca ( $W_s$ )
- c) Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo de material.
- d) Tamizar la muestra por la malla número 200 mediante chorro de agua.
- e) La muestra retenida en la malla número 200 se retira en un recipiente y se deja secar.
- f) Pasar la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador.
- g) Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP).

$$\%RP = \frac{PRP}{W_s} * 100$$

h) Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarian en forma progresiva los %RP, es decir:

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RP1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RP1 + \%RP2 + \%RP3, \text{ etc.}$$

i) Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz.

j) Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz.

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - \%RA$$

k) Dibujar la curva granulométrica en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registrará la abertura de las mallas en milímetros, y en el eje de ordenadas se registrará los porcentajes acumulados que pasan en las mallas que se utilizan.



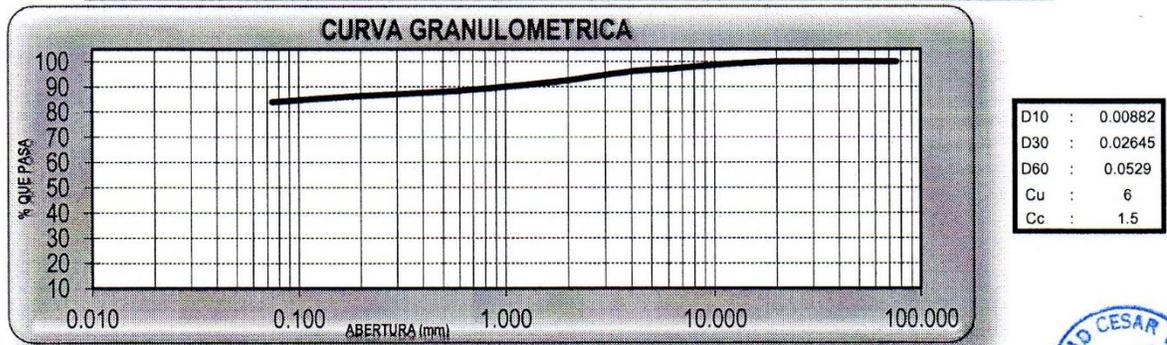
**Figura 28.** Tamizado de la muestra

## Resultados:

### DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca	:	1500.00
Peso de muestra seca luego de lavado	:	240.99
Peso perdido por lavado	:	1259.01

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	21.87 %
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	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
1/2"	12.700	11.26	0.75	0.75	99.25	L. Plástico : NP
3/8"	9.525	11.02	0.73	1.49	98.51	Ind. Plasticidad : NP
						Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	19.25	1.28	2.77	97.23	
No4	4.178	13.99	0.93	3.70	96.30	Clas. SUCS : ML
8	2.360	42.15	2.81	6.51	93.49	Clas. AASHTO : A-4 (0)
10	2.000	13.74	0.92	7.43	92.57	Descripción de la Muestra
16	1.180	30.02	2.00	9.43	90.57	
20	0.850	15.79	1.05	10.48	89.52	
30	0.600	16.33	1.09	11.57	88.43	SUCS: Limo con arena. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 83.93% de finos.
40	0.420	11.52	0.77	12.34	87.66	
50	0.300	8.98	0.60	12.94	87.06	
60	0.250	4.79	0.32	13.26	86.74	
80	0.180	8.85	0.59	13.85	86.15	
100	0.150	6.33	0.42	14.27	85.73	Descripción de la Calicata
200	0.074	26.97	1.80	16.07	83.93	
< 200		1259.01	83.93	100.00	0.00	
Total		1500.00	100.00			C-5 E-1 Profundidad : 0 - 2 m



**Figura 29.** Resultados análisis granulométrico:

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos - Universidad Cesar Vallejo

### 3.2.5.2. Contenido de Humedad

Es la cantidad de agua que hay en una muestra o porción de suelo, determinándose como la relación que existe entre el peso del agua ( $W_w$ ) contenida en la muestra y el peso de su fase sólida ( $W_s$ ). Generalmente se expresa en porcentaje (ASTM D2216 - 92, MTC E108 – 1999, NPT 339 – 127)

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ASTM D-2216				
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro	(g)	11.15	10.01	11.31
Peso del tarro + suelo humedo	(g)	90.09	101.75	103.41
Peso del tarro + suelo seco	(g)	75.99	85.30	86.79
Peso del suelo seco	(g)	64.84	75.29	75.48
Peso del agua	(g)	14.10	16.45	16.62
% de humedad	(%)	21.74	21.84	22.03
% de humedad promedio	(%)	21.87		

**Figura 30.** Resultado de contenido de humedad

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos - Universidad Cesar Vallejo

**Equipo:** Horno eléctrico, balanza, taras y espátula.



**Figura 31.** Equipos de laboratorio

### **3.2.5.3 Límites de Atterberg**

#### **a) Límite líquido**

Contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia semilíquido y plástico de un suelo. El suelo con contenido de humedad menor a su límite líquido se comporta como material plástico (ASTM D – 4318).

#### **Procedimiento:**

1) En una cápsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme. Luego de coloca una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm., seguidamente en el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes.

2) Elevar y dejar caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm., registrar el número de golpes. Mediante la espátula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.

3) Retirar el suelo remanente de la copa de Casagrande y colocar en la capsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar el suelo si el número de golpes ha sido bajo (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35). Luego lavar y secar la copa y el acanalador. Seguidamente repetir el ensayo mínimo 2 veces más.

4) Dibujar la curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de abscisas se registrará el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de coordenadas los contenidos de humedad en escala natural. Últimamente determinar la ordenada correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo.

**Equipo:** Capsula de evaporación y espátula, copa de Casagrande, ensayo de limite liquido



**Figura 32.** Capsula de evaporación y espátula



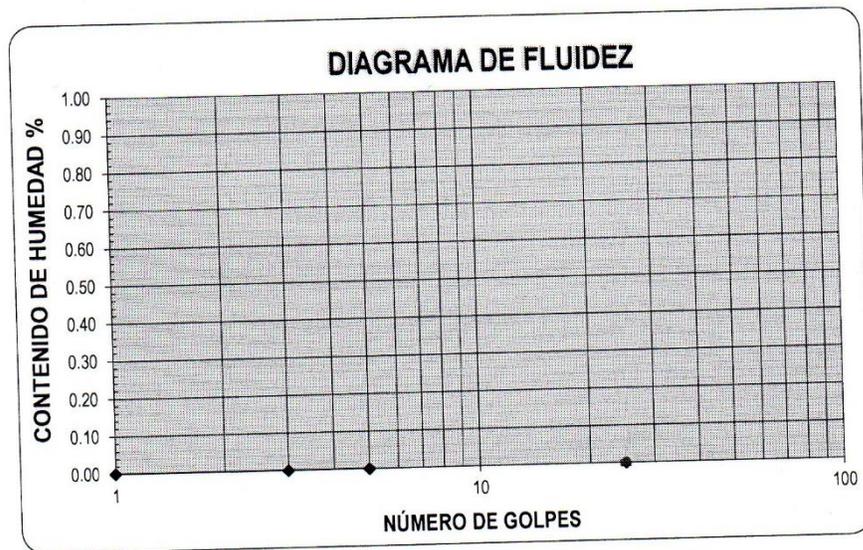
**Figura 33.** Copa de Casagrande



**Figura 34.** Ensayo de límite líquido

**Resultados:**

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	-	26	34	-	-
N° de golpes	-	-	-	-	-
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)

**Figura 35.** Resultados Límite líquido – Límite plástico:

**Fuente:** Laboratorio de mecánica de suelos - Universidad Cesar Vallejo

## b) Limite plástico

Contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia plástico y semisólido de un suelo. El suelo con contenido de humedad menor a su límite plástico se considera como material no plástico (ASTM D-4318).

### Procedimiento:

A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido agregar el suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad o evaporación del líquido. Seguidamente enrollar la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm. de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad. Finalmente repetir el ensayo una vez más. El límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.

**Equipo:** Vidrio de prueba de plasticidad, Capsula de evaporación y espátula.



**Figura 36.** Elementos de ensayo – Limite plástico

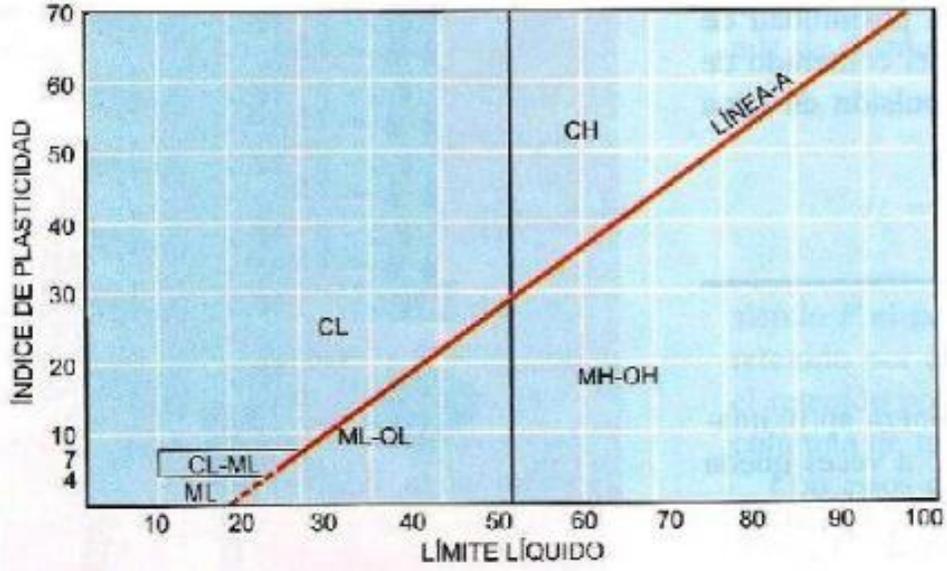


Figura 37. Carta de plasticidad

### 3.2.5.4. Peso específico

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen. Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa. Para realizar el ensayo para el cálculo del peso unitario, realizamos el método del Picnómetro, utilizando el material que pasa el tamiz número 4, la muestra debe estar seca.

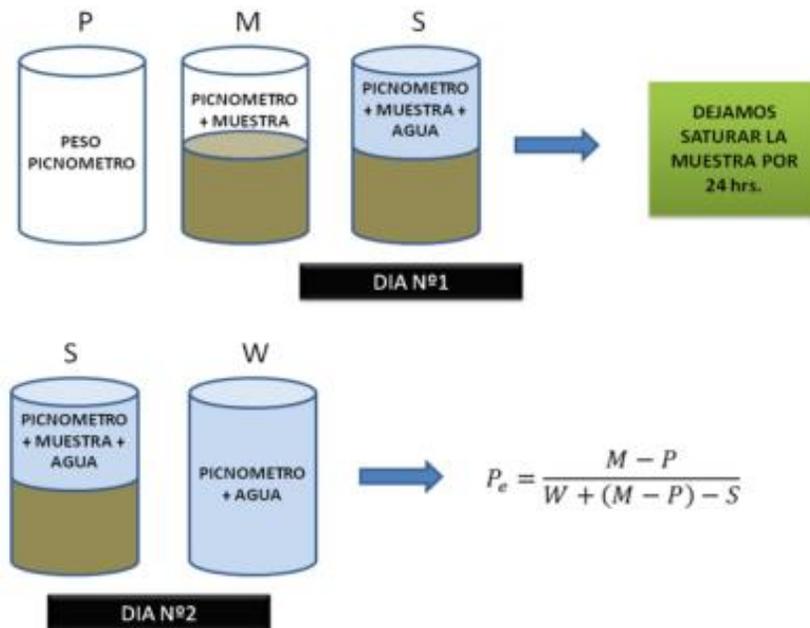


Figura 38. Saturación con agua saturada en el picnómetro.

PESO UNITARIO DEL SUELO		
Frasco Graduado		
Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	113.94	113.94
Volúmen del frasco (cm3)	1027.41	1027.41
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1432.17	1395.42
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1318.23	1281.48
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.283	1.247
Contenido de Humedad (%)	21.87 %	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.280	1.245
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.262	

**Figura 39.** Resultados: Peso específico

### 3.2.6. Características del proyecto

Después de haber realizado los ensayos de Mecánica de Suelos al terreno de fundación del canal a proyectarse, se obtuvo como resultados diferentes tipos de suelos; esto nos confirma la importancia de revestir el canal de conducción para evitar las pérdidas de agua por infiltración. A continuación mostramos el resumen del ensayo de Ensayo de Mecánica de Suelos, por lo que el análisis se encuentra detalladamente en el anexo III.

**Tabla 8.** Resumen del estudio de suelos

ESTUDIO DE SUELOS						
ENSAYO	CALICATAS					CALICATA PREDOMINANTE
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	
<b>PROFUNDIDAD</b>	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
<b>Clasificación SUCS</b>	SP-SM	GM	ML	ML	ML	ML
	Arena mal graduada con limo y grava.	Grava limosa	Limo con Arena	Limo arenoso con grava	Limo con arena	Limo con arena
<b>AASHTO</b>	A-1-a (0)	A-2-4 (0)	A-4 (0)	A-4 (0)	A-4 (0)	A-4 (0)
	Material granular. Fragmentos de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subgrados. Con un 5.94% de finos	Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno subgradado. Con un 28.53% de finos	Material limo arcilloso. Pobre a malo como subgrado. Con un 77.7% de finos	Material limo arcilloso. Suelto limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 51.27% de finos	Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 83.93% de finos	Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 83.93% de finos

LÍMITE LÍQUIDO	NP	34	NP	NP	NP	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP	24	NP	NP	NP	NP
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	NP	10	NP	NP	NP	NP
CONTENIDO DE HUMEDAD	14.47%	52.69%	13.10%	23.41%	21.87%	21.87%

### 3.2.6.1. Simbología del tipo de suelos

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCION
		SUCS	GRAFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO ORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMOS INORGANICOS DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		ARCILLAS ORGANICAS O LIMO ORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS

Fig. 40 – Simbología de los tipos de suelos

Fuente: Juárez Badillo (1997), "Mecánica de suelos"- Tomo 1

### 3.2.8. Cálculo de cimentaciones superficiales

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación. La capacidad de carga se ha determinado en base a la formulación de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971). Se determina el ángulo de fricción según la clasificación del suelo tal como se muestra para luego definir los parámetros.

**Tabla 11:** Parámetros en función al ángulo de fricción.

$\phi$	$N'_c$	$N'_q$	$N'_\gamma$
0	5.14	1.00	0.00
1	5.35	1.09	0.07
2	5.63	1.20	0.15
3	5.90	1.31	0.24
4	6.19	1.43	0.34
5	6.49	1.57	0.45
6	6.81	1.72	0.57
7	7.16	1.88	0.71
8	7.53	2.06	0.86
9	7.92	2.25	1.03
10	8.35	2.47	1.22
11	8.80	2.71	1.44
12	9.28	2.97	1.69
13	9.81	3.26	1.97
14	10.37	3.59	2.29
15	10.98	3.94	2.65
16	11.63	4.34	3.06
17	12.34	4.77	3.53
18	13.10	5.26	4.07
19	13.93	5.80	4.68
20	14.83	6.40	5.39
21	15.82	7.07	6.20
22	16.88	7.82	7.13
23	18.05	8.66	8.20
24	19.32	9.60	9.44
25	20.72	10.66	10.88
26	22.25	11.85	12.54
27	23.94	13.20	14.47
28	25.80	14.72	16.72
29	27.86	16.44	19.34
30	30.14	18.40	22.40
31	32.67	20.63	25.99

32	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.00

Fuente: Juárez Badillo (1997), "Mecánica de suelos"- Tomo 1

**Resultados:**

**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

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

**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 suelo encima NNF	:	0.953	ton/m3
Peso unitario suelo debajo NNF	:	1.262	ton/m3
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	:	3.00	m
Factor de seguridad	:	3	
Profundidad de cimiento corrido	:	0.80	m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D =$	3.79	ton/m2
Sobrecarga en la base del cimiento corrido	$q = \gamma D =$	3.79	ton/m2

Relación de Poisson		0.30	
Módulo de elasticidad del suelo	$E_s =$	233.00	kg/cm2
Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_s =$	79.00	cm/m
Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_s =$	82.00	cm/m
Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_s =$	112.00	cm/m

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE						
Ángulo de fricción $\phi$	C (kg/cm2)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$ (Vesic)	$N_q/N_c$	Tan $\phi$
24.652	0.014	20.219	10.279	0.508	0.508	0.459

CIMENTACION CORRIDA							
B (m)	L (m)	$S_c$	$S_q$	$S_\gamma$	$q_u$ (kg/cm2)	$q_{ad}$ (kg/cm2)	S (cm)
0.40		1.00	1.00	1.00	1.59	0.53	0.07
0.50		1.00	1.00	1.00	1.65	0.55	0.09
0.60		1.00	1.00	1.00	1.72	0.57	0.11
0.80		1.00	1.00	1.00	1.85	0.62	0.15
1.00		1.00	1.00	1.00	1.98	0.66	0.20

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admissible} =$	2.20	kg/cm2
$q_{admissible} =$	21.95	tn/m2
$Q =$	31.62	tn
$S =$	0.84	cm

CIMENTACION CUADRADA							
B (m)	L (m)	$S_c$	$S_q$	$S_\gamma$	$q_u$ (kg/cm2)	$q_{ad}$ (kg/cm2)	S (cm)
1.20	1.20	1.51	1.46	0.60	6.59	2.20	0.84
1.30	1.30	1.51	1.46	0.60	6.63	2.21	0.92
1.50	1.50	1.51	1.46	0.60	6.70	2.23	1.07
1.80	1.80	1.51	1.46	0.60	6.82	2.27	1.31
2.00	2.00	1.51	1.46	0.60	6.90	2.30	1.47

**CARGA ADMISIBLE BRUTA**  
31.62 tn

CIMENTACION RECTANGULAR							
B (m)	L (m)	$S_c$	$S_q$	$S_\gamma$	$q_u$ (kg/cm2)	$q_{ad}$ (kg/cm2)	S (cm)
1.00	1.20	1.42	1.38	0.67	6.23	2.08	0.91
1.20	1.50	1.41	1.37	0.68	6.26	2.09	1.10
1.50	1.80	1.42	1.38	0.67	6.45	2.15	1.41
1.80	2.00	1.46	1.41	0.64	6.68	2.23	1.75

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO		
SUCS	:	ML
AASHTO	:	A-4 (0)
$\phi$ °	C (Kg/cm2)	P. u. (Tn/m3)
24.65	0.0143	1.262

Figura 41. Análisis de cimentaciones superficiales

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos - Universidad Cesar Vallejo

### 3.3 Bases de diseño

#### 3.3.1. Generalidades

##### 3.3.1.1 Ubicación geográfica

**Políticamente:** Departamento : La Libertad  
Provincia : Otuzco  
Distrito : Huaranchal

**Localidad :** Huaranchal - Caserío la Esperanza

**Administrativa :** Distrito de Riego : Alto Chicama  
Junta de Usuarios : Alto Chicama  
Comisión de Regantes : El Común

#### Geográfica

La zona del proyecto se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM WGS84:

Inicio - con referencia a la captación:

Norte: 9152002.01 Este: 782479.86

Altitud de la fuente de agua: 2,100 m.s.n.m



**Figura 42.** Plano de macro localización – prov. De Otuzco – dpto. De la libertad



### 3.3.1.2 Reseña Histórica

El canal tiene una existencia superior a los 70 años, durante todo este tiempo los usuarios han sufrido permanentemente la pérdida de agua por infiltraciones en todo el recorrido del agua en toda su longitud. Los usuarios carecen de los recursos suficientes para el mejoramiento del canal por los derrumbes y huaycos ocasionados por las quebradas que la cruza.

Los agricultores de la zona riegan sus parcelas con el agua que captan de la quebrada y parte del río Huaranchal, conducida vía el canal “El Común”, actualmente dicho canal se encuentra sin revestir en su totalidad, presentándose serias limitaciones hídricas que afectan a los cultivos tanto en el período de frecuencia de riego, debido a que producen pérdidas de agua tanto por infiltraciones como por percolación, obteniéndose como consecuencia un escaso volumen de agua siendo insuficiente para atender normalmente a los cultivos instalados en este sector. A la vez tenemos problemas severos en el ramal lateral “Vizcacha” el cual se encuentra de tierra, produciendo infiltraciones.

Por una mala costumbre de los usuarios de la parte alta, éstos hacen uso de mangueras y tubería subterránea para apropiarse de una parte del agua que otros les corresponde según programación.

### 3.3.1.3 Vías de comunicación

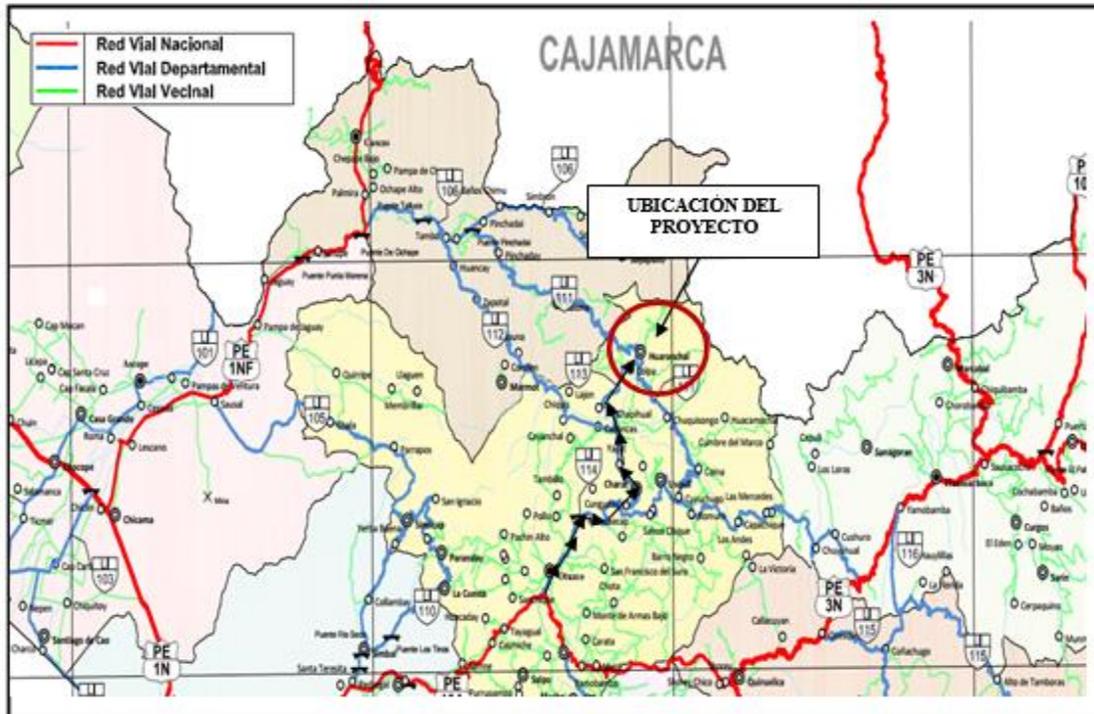
Para el llegar de la obra se utiliza las siguientes vías de comunicación:

**Tabla 12:** Acceso a la Obra

De	A	Distancia Km	Condición	Estado	Tiempo Horas
Trujillo	Otuzco	82	Asfaltado	Bueno	1.40
Otuzco	Huaranchal	63	Trocha	Regular	4.50
Huaranchal	La Esperanza	15	Trocha	Regular	0.40
TOTAL		150		6.30	6.30

**Fuente:** Google Maps

A continuación, se presenta un mapa vial



**Figura 46.** Ubicación del proyecto de acuerdo a la red vial

### 3.3.1.4 Fisiología y climatología

En el área de estudio se han identificado diversas geoformas cuyo modelado es el resultado de la acción dinámica de diversos agentes y fenómenos que han actuado sobre el medio físico, expresados por la interacción de factores tectónicos, orogénicos, litológicos y por procesos erosivos y deposicionales, estos últimos de gran actividad actual y que han dado origen a la mayor parte de geoformas identificadas.

En la localidad no existe estación meteorológica, pero se ha tomado datos de una zona similar como es Charat con una ubicación a 2268 m.s.n.m. (similar a la del proyecto con 2236 m.s.n.m), posee una estación denominada Callancas, donde se tiene la siguiente información:

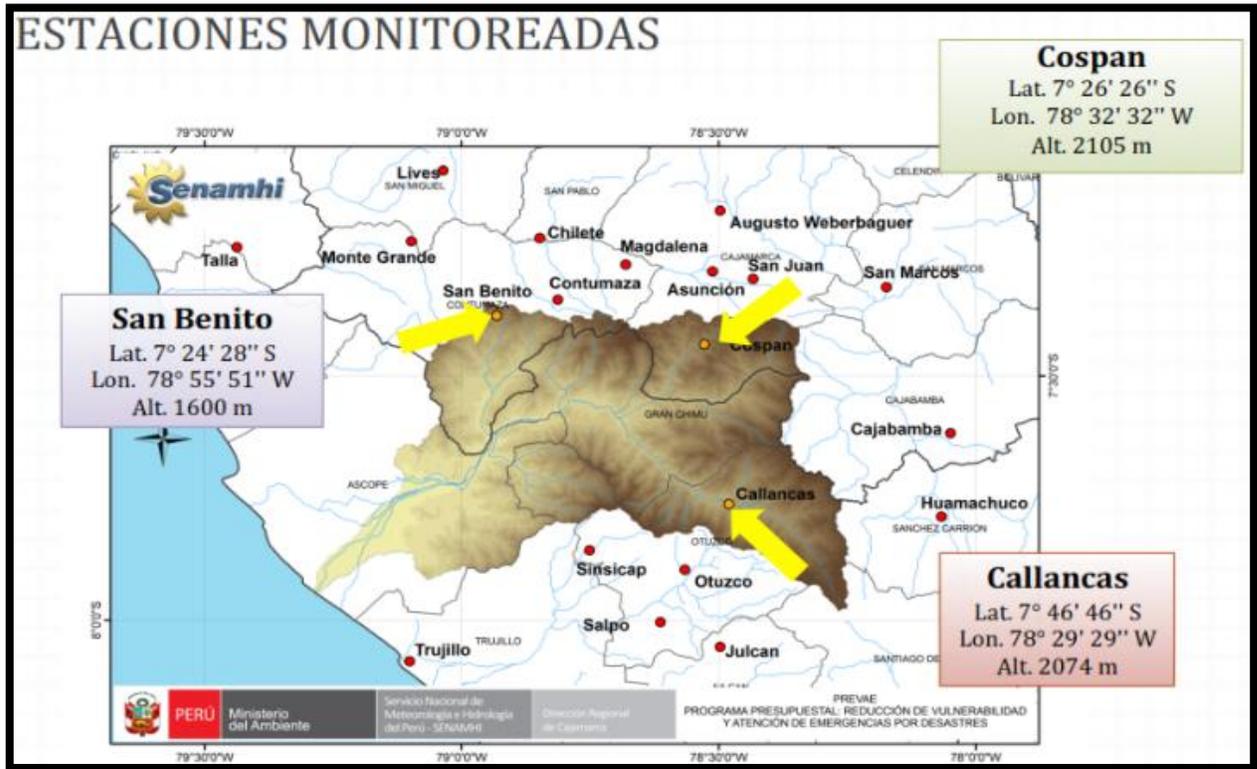
-Latitud: 7° 46'46" S

- Longitud: 78° 29'29" W

- Altitud: 2074 m.s.n.m.

-Temperatura: La temperatura mínima varía en 10° C y la temperatura máxima entre 25-26°C.

- Humedad Relativa: La humedad relativa mínima promedio es de 60% y la máxima de 95%.
- Velocidad del Viento: En la zona existen fuertes vientos que han ocasionado la pérdida de techos
- Precipitación: varían entre 300 mm y 1000 mm.



**Figura 47.** Monitoreo estación Callancas.

**Fuente:** SENAMHI

### 3.3.1.5. Periodo de Diseño - Dotación

Los beneficiarios del canal El Común se encuentran organizados en Comisión de Regantes, en número de 120 usuarios según encuesta (para mayor información ver Anexo 2), con una población de 300 habitantes (en promedio 4 habitantes por usuario), estos forman parte de la Junta de Usuarios de Otuzco. Para su proyección se ha utilizado la tasa de crecimiento del Distrito de Huaranchal de 1.30 % de acuerdo a los periodos inter censales (1991 – 1993) del INEI). Se ha considerado como periodo de vida útil 20 años (Normatividad del sistema de inversión pública – MEF)

**Tabla 13:** Proyección de la población del área de influencia

POBLACIÓN BENEFICIARIA		
NÚMERO	AÑO	POBLACIÓN
0	2018	300
1	2019	304
2	2020	308
3	2021	312
4	2022	316
5	2023	320
6	2024	324
7	2025	328
8	2026	333
9	2027	337
10	2028	341
11	2029	346
12	2030	350
13	2031	355
14	2032	359
15	2033	364
16	2034	369
17	2035	374
18	2036	379
19	2037	383
20	2038	388

El distrito de Huarachal en el Censo del 2007, tiene una población de 5087 personas, de las cuales 4041 (80.1%) están en la zona rural. De acuerdo al mapa de pobreza la población se ubica en quintil 2 (pobre), tiene tasas altas de desnutrición, también es alta (38%) y por último el índice de desarrollo humano al año 2012 es bajo (0.182434). Es importante señalar que, de acuerdo a la comparación de los censos poblacionales, en el año 1993 se tenía una población de 5087 habitantes, eso indica una tarde del orden 0.0% al año, ocasionada que el crecimiento de la población sea nulo y se mantenga.

### **3.4 Diseño del Canal de regadío**

Existen diferentes tipos de estructuras, para diferentes tipos de función y sus consideraciones para el análisis de diseño de estas serán distintas entre el tipo de estructuras que predominan en el proyecto tenemos, obras de captación, obras de conducción y obras complementarias.

#### **3.4.1. Captaciones**

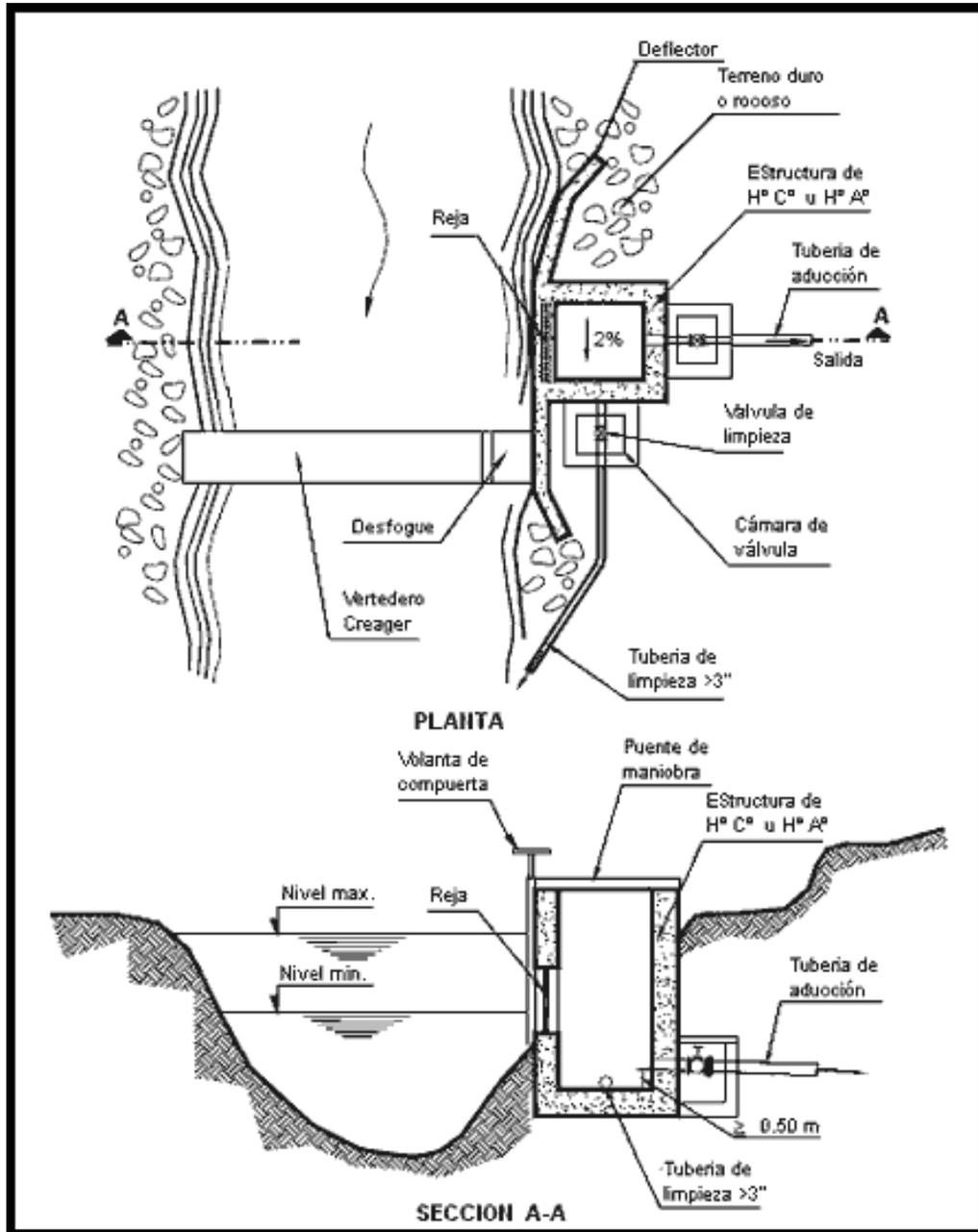
Existen varios sistemas de captación del agua de lluvia, que apuntan a recolectar y almacenar dicha agua para luego darle un uso. Para nuestro proyecto necesitaremos de una toma lateral para captar aguas del río Huaranchal, en vista que el terreno es muy accidentado para colocar una bocatoma, ésta irá acompañada de su respectivo desarenador.

##### **3.4.1.1. Bocatoma lateral**

La bocatoma es una estructura hidráulica, cuyo objetivo es llevar a cabo la derivación de parte del agua que se encuentre disponible en un curso de agua, una vez desviado el recurso hídrico, se llevan a puntos específicos donde será usada para abastecer el sistema de riego.

#### **Partes de una bocatoma**

- a) **Boca de toma:** cuya sección efectiva se determina en función del caudal medio diario, el diseño de la reja de protección y a los niveles de fluctuación del curso de agua. El dimensionamiento de la boca de toma se realizará de la misma forma que la señalada para canales de derivación.
  
- b) **Canales/tuberías de conducción:** debe ser calculada en función al caudal máximo diario.
  
- c) **Obras de encause y protección:** dependiendo de las características morfológicas del lugar de toma, deberán constituirse muros de contención y/o encause



**Figura 48.** Partes de una bocatoma

Boca de roma cuya sección se determina en función del caudal máximo diario, el diseño de la reja de protección y a los niveles de fluctuación del curso del agua.

## Diseño de Bocatoma lateral

El río Huaranchalino constituye la fuente hídrica del proyecto y forma parte de la cuenca del río Huaranchalino, el indicado nace en el caserío de Igor y cruza el distrito de Huaranchal. El Río Huaranchalino tiene como caudal mínimo en el mes de agosto es 80 l/seg, mientras que el en mes de noviembre con caídas de lluvias 1400 l/seg como caudal máximo, siendo este caudal variable en tiempo de invierno, de los cuales aprovecha solamente 50 lts /seg. para riego. Lluve en forma continua en el período de los meses de enero-abril y esporádicamente en los meses de setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

El área de la cuenca donde se ejecutará la obra es de aproximadamente 33.43 ha.

**Tabla 15:** Parámetros Geomorfológicos – Cuenca el común

PARÁMETRO	UNIDAD	MAGNITUD
Área de Cuenca	ha	33.43
Perímetro	Km	2543.13
Altitud Media de la Cuenca	msnm	2430
Longitud de Cauce	Km	4.6
Pendiente Media del Cauce	%	10.20
Índice de Compacidad		1.16
Factor de Forma		0.586
Tiempo de Concentración	hr	0.56
Rectángulo Equivalente;		
- Lado Mayor	Km	9.8
- Lado Menor	km	8.85

**Fuente:** Oficina nacional de evaluación de recursos nacionales (ONERM)

En la cuenca del río Huaranchalino de acuerdo al mapa elaborado por la oficina nacional de evaluación de recursos nacionales (ONERM) se encuentran dos tipos de vida: paramo muy húmedo Sub húmedo tropical pmh-sat y bosque húmedo montano tropical (bh-mt). A continuación, presentamos los cálculos que se realizaron para el cálculo de la bocatoma lateral. El diseño para el cálculo de bocatoma se encuentra está desarrollado en el Anexo IV

### 3.4.1.2. Quebrada

Denominación que se le da a una fuente de agua de origen natural, la cual viene a darse al paso estrecho de un riachuelo entre una quiebra, éste flujo es permanente.

#### **Diseño Hidráulico y dimensionamiento**

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable en el lugar del afloramiento, se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego sea transportado mediante el canal de regadío. La fuente en lo posible no debe ser vulnerable a desastres naturales, en todo caso debe contemplar la seguridad. El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerán de la topografía de la zona, de la textura del suelo; buscando no alterar la calidad y temperatura del agua ni modificar la corriente y el caudal natural de la quebrada.

El recurso hídrico que abastece a los canales lo capta de la quebrada Igor la misma que afora un caudal de 40 lts /seg. en estiaje promedio 30 lts /seg. en quebrada. Las aguas que capta la quebrada Igor, son las mismas que son alimentadas en la parte alta por las aguas del canal Común – México cuyo caudal de la quebrada en máximas avenidas es de 120 l/s. (Estudio hidrológico realizado por la Municipalidad Distrital de Huaranchal).

Para la captación del recurso se tomó en cuenta el diseño de una especie de un pequeño reservorio, para luego se distribuya por el canal de 0+300km hasta llegar a desembocar hacia el desarenador.

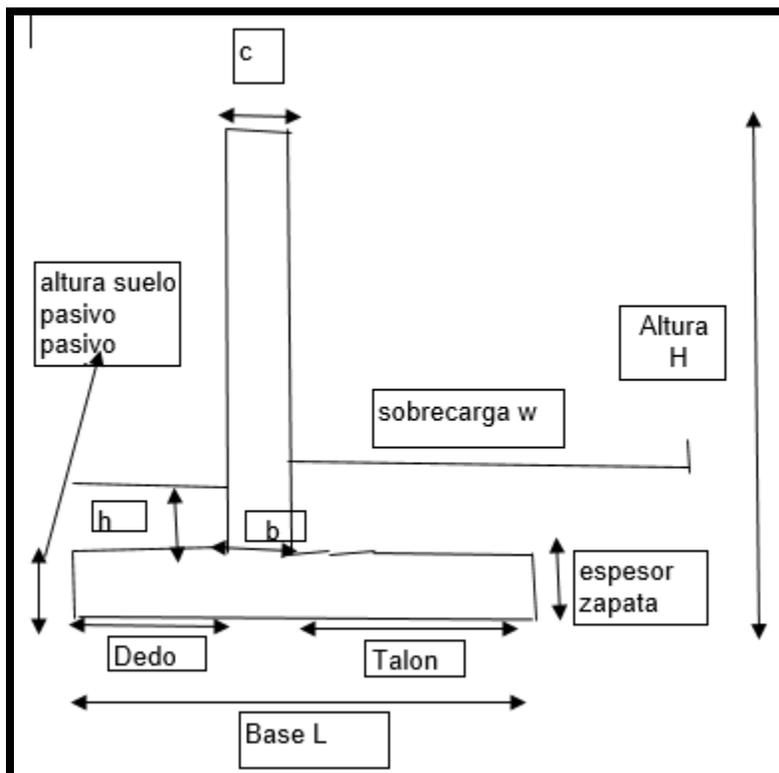


**Figura 49.** Captación en quebrada.

### 3.4.1.3. Estructuras de sostenimiento

Estas estructuras sirven para contener terreno o cualquier material en desnivel, en el presente proyecto, las estructuras como esta se presentan en el aliviadero del vertedero del desarenador, esta estructura en si no es una estructura de retención, pero se considera en su diseño que si lo es, trabaja por gravedad, por lo que en su diseño se considera que su estabilidad es por su mismo peso, se dimensionaran de manera que no se produzcan esfuerzos de tracción o que no excedan de un valor admisible.

Esta estructura si es de contención, y su análisis y diseño se realizará teniendo en cuenta las consideraciones de un muro de contención, las fuerzas que ejercen sobre este son la presión en la parte posterior de la pantalla de muro y la fuerza del suelo en estado saturado ejercida en su base. La estabilidad se debe principalmente a su peso propio y al material que se encuentra en su base. En el diseño del muro de contención en la toma de nuestro proyecto, se calculará por gravedad, pero se le adicionará un refuerzo adicional de acero. El cálculo del muro de contención de bocatoma se encuentra en el Anexo V.

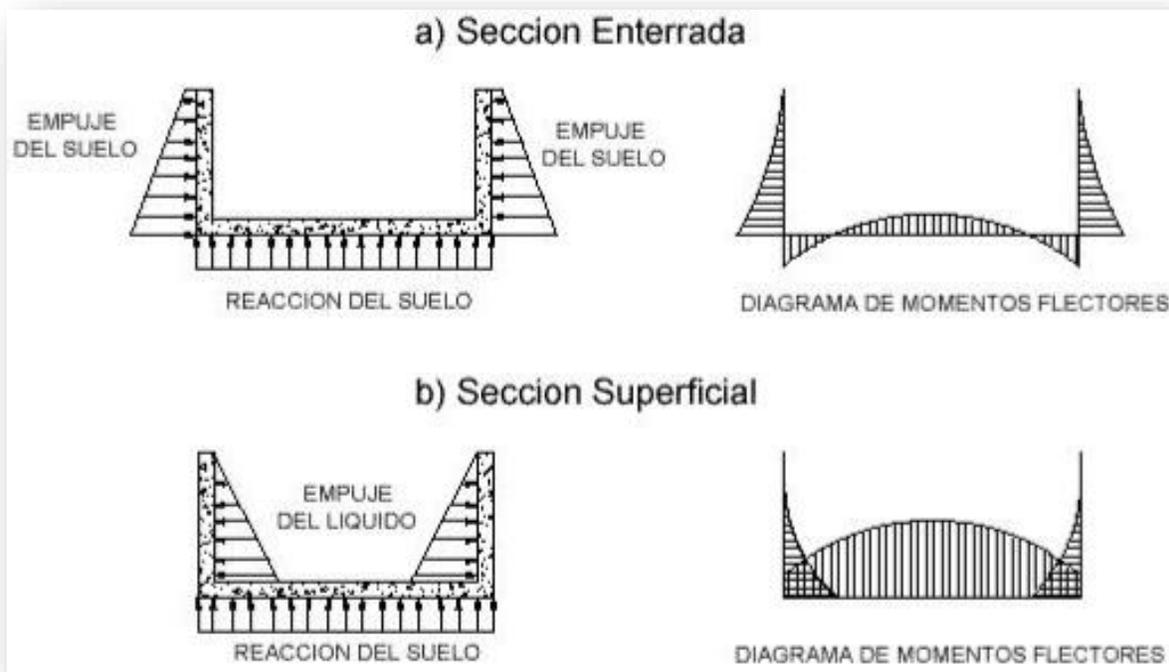


**Figura 50.** Partes del muro de Bocatoma

### 3.4.2. Línea de conducción

Vienen a ser todas las estructuras encargadas de conducir el agua hacia su destino final o a las estructuras que se proyectan a lo largo del canal y que facilitan el recorrido del agua, en este tipo de estructura pertenecen los elementos como canal el cual permite distribuir el recurso hídrico, desarenador (para mayor detalle ver Anexo VI), y pozas de disipación (para mayor detalle ver Anexo VII), diseño de puentes carrozable (ver Anexo VIII para mayor detalle), estas estructuras se caracterizan porque sus secciones son iguales, salvo por el tamaño que varían.

En las secciones enterradas, la situación crítica se encuentra cuando la sección del canal está vacía, si el nivel freático es alto como nuestro caso, se verifica su situación crítica de sección vacía, en caso el peso de la estructura sea insuficiente para evitar la flotación, se puede incrementar a sección de los muros y de la losa inferior, aumentando el área de contacto con el suelo, reduciendo la presión en el terreno. En el caso de estructuras con la sección libre o no enterrada, la situación crítica es cuando hay líquido dentro de ella debido a la presión ejercida por el agua dentro de la sección y el peso de toda esta estructura ejerce en el suelo.



**Figura 51.** Análisis de una sección del canal

### 3.4.2.1. Criterios de Diseño

Para hacer el diseño del canal, se necesitó del estudio hidrológico en el cual se estudia la cuenca para el desarrollo del proyecto, dando a conocer que el Rio Huaranchalino tiene como caudal mínimo en el mes de agosto es 80 l/seg, mientras que el en mes de noviembre con caídas de lluvias 1400 l/seg como caudal máximo, siendo este caudal variable en tiempo de invierno, de los cuales aprovecha solamente 50 lts /seg. para riego. Otra fuente de estudio fue la quebrada Igor la misma que afora un caudal de 40 lts /seg. en estiaje promedio 30 lts /seg. en quebrada. Las aguas que capta la quebrada Igor, son las mismas que son alimentadas en la parte alta por las aguas del canal Común – México cuyo caudal de la quebrada en máximas avenidas es de 120 l/s. Con estos resultados se planteó diseñar en el programa H canales con un caudal de 160 l/s como caudal de diseño para el canal.

**Cálculo del Tirante Crítico sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular**

Lugar: **HUARANCHAL** Proyecto: **CANAL COMÚN-VIZCACHA**  
Tramo: **LA ESPERANZA** Revestimiento: **5+516**

**Datos:** Antes 50 l/s

Caudal (Q): **0.160** m<sup>3</sup>/s  
Ancho de solera (b): **0.6** m  
Talud (Z): **0**

**Resultados:**

Tirante crítico (y):	<b>0.1937</b> m	Perímetro (p):	<b>0.9875</b> m
Área hidráulica (A):	<b>0.1162</b> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<b>0.1177</b> m
Espejo de agua (T):	<b>0.6000</b> m	Velocidad (v):	<b>1.3765</b> m/s
Número de Froude (F):	<b>1.0000</b>	Energía específica (E):	<b>0.2903</b> m-Kg/Kg

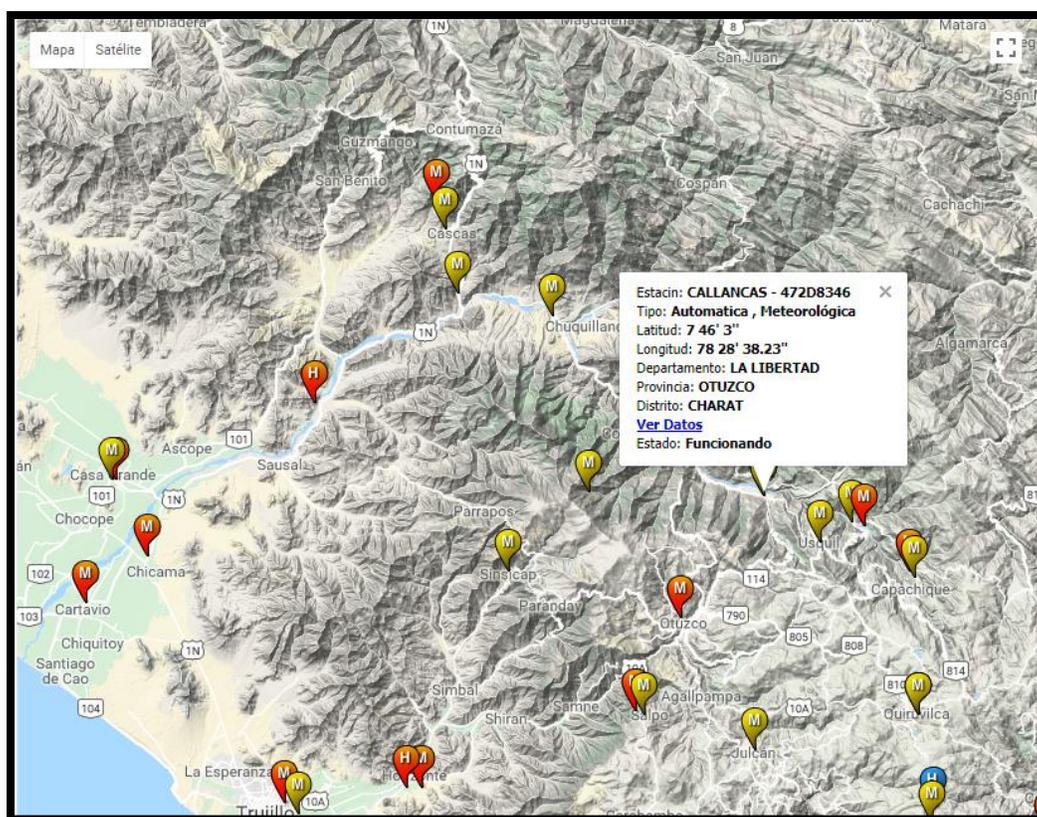
Calculadora 118

**Figura 52.** Dimensionamiento del caudal en H canales



Por lo tanto, para el diseño se ha considerado un porcentaje de pérdida por filtración del 31.5% se consideró diseñar con 160 lts/sg

Se planteó una cedula de evapotranspiración de los cultivos, para ello recurrimos a la página del SENAMHI -Estación Callancas-Distrito de Charat -Provincia de Otuzco - La Libertad, y así conocer las precipitaciones desde el año 2016 al 2018 (se consideró esos años debidos a las fuertes precipitaciones del año 2017 en el que ocurrió el fenómeno del niño).



**Figura 54.** Ubicación estación Callancas

**Fuente:** SENAMHI

A continuación, tenemos las precipitaciones de los años 2016, 2017 y 2018

**Tabla N° 16:** Datos de las precipitaciones por año -Resumen

<b>AÑO : 2016</b>	<b>Temp. Min (°C)</b>	<b>Temp. Max (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Viento (km/día)</b>	<b>Sol (horas)</b>	<b>Preci(mm)</b>	
Enero	15.60	28.90	71.84	220.52	11.8	0.3	31
Febrero	17.00	28.60	82.28	161.81	11.9	0.6	28
Marzo	15.80	29.70	76.96	184.28	12.0	0.5	31
Abril	15.50	29.20	80.09	146.91	11.9	0.5	30
Mayo	14.30	29.30	65.71	189.49	11.9	0.1	31
Junio	13.20	28.50	56.46	176.23	11.8	0.0	30
Julio	13.60	30.20	50.89	209.48	11.8	0.0	31
Agosto	13.80	28.40	50.24	227.79	12.0	1.3	31
Septiembre	14.40	30.10	55.86	215.88	11.8	4.2	30
Octubre	14.30	28.70	52.56	228.04	11.8	0.3	31
Noviembre	12.40	29.70	46.74	236.28	11.9	1.6	30
Diciembre	14.80	28.20	68.48	203.51	12.0	1.1	31

<b>AÑO : 2017</b>	<b>Temp. Min (°C)</b>	<b>Temp. Max (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Viento (km/día)</b>	<b>Sol (horas)</b>	<b>Preci (mm)</b>	
Enero	15.80	28.30	78.10	151.37	11.7	0.1	31
Febrero	14.60	26.60	81.93	160.46	11.8	22.4	28
Marzo	15.40	25.50	88.02	114.33	12.0	199.5	31
Abril	15.90	27.10	83.45	8.04	11.5	185.0	30
Mayo	14.70	27.00	81.02	112.10	11.6	22.1	31
Junio	12.30	27.90	66.27	134.76	12.0	0.0	30
Julio	12.90	28.70	48.55	184.20	12.0	0.0	31
Agosto	14.10	28.50	53.15	187.46	12.0	0.3	31
Septiembre	14.30	31.80	58.03	222.94	11.6	0.4	30
Octubre	14.40	28.90	66.07	213.58	11.8	9.9	31
Noviembre	12.80	28.40	52.71	235.01	12.0	15.4	30
Diciembre	15.30	27.70	71.21	209.78	11.8	27.1	31

<b>AÑO : 2018</b>	<b>Temp. Min (°C)</b>	<b>Temp. Max (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Viento (km/día)</b>	<b>Sol (horas)</b>	<b>Preci (mm)</b>	
Enero	14.00	27.40	79.35	165.44	12.0	119.7	31
Febrero	14.00	27.90	79.19	187.80	11.9	103.5	28
Marzo	15.80	27.70	77.80	178.32	11.7	84.2	31
Abril	17.00	27.50	64.12	308.16	11.5	22.3	30
Mayo	18.30	31.40	69.81	315.44	12.0	24.7	31
Junio	15.60	28.20	63.77	278.64	11.9	3.5	30

**Fuente:** Datos obtenidos de la página del SENAMHI -Estación Callancas-Distrito de Charat -Provincia de Otuzco - La Libertad

**Tabla 17:** Resumen de las precipitaciones

<b>MES: RESUMEN</b>	<b>Temp. Min (°C)</b>	<b>Temp. Max (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Viento (km/día)</b>	<b>Sol (horas)</b>	<b>Preci(mm)</b>
Enero	15.13	28.20	76.43	179.11	11.8	40.03
Febrero	15.20	27.70	81.13	170.02	11.9	42.16
Marzo	15.67	27.63	80.93	158.98	11.9	94.74
Abril	16.13	27.93	75.89	154.37	11.6	69.27
Mayo	15.77	29.23	72.18	205.68	11.8	15.62
Junio	13.70	28.20	62.16	196.54	11.9	1.17
Julio	13.25	29.45	49.72	196.84	11.9	0.00
Agosto	13.95	28.45	51.70	207.62	12.0	0.80
Septiembre	14.35	30.95	56.94	219.41	11.7	2.30
Octubre	14.35	28.80	59.32	220.81	11.8	5.10
Noviembre	12.60	29.05	49.72	235.64	12.0	8.50
Diciembre	15.05	27.95	69.85	206.65	11.9	14.10
TOTAL				2351.67	142.18	293.79

Para el cálculo de precipitaciones se tomó en cuenta el uso del programa Cropwat 8.0

El programa determina el Eto (evapotranspiración), según el tipo del cultivo. El programa utiliza la ecuación de Penman Monteith.

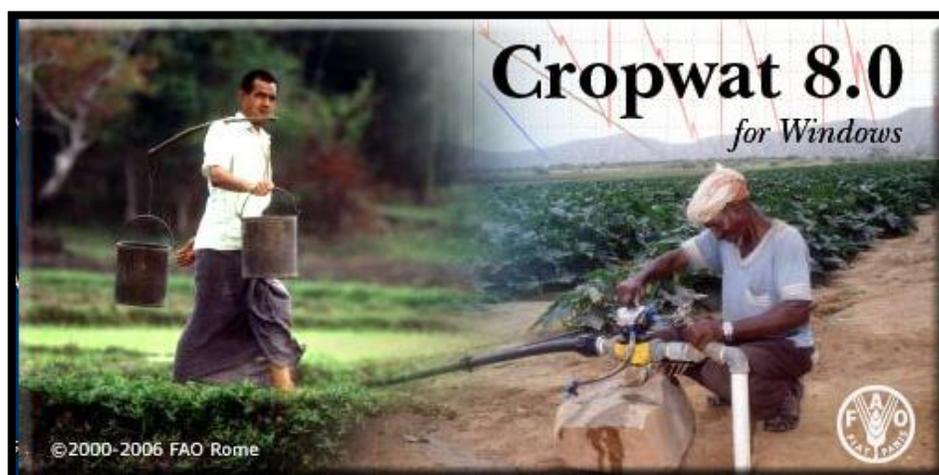


Figura 55. Programa - Cropwat

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

donde:

$ET_o$	evapotranspiración de referencia (mm día <sup>-1</sup> )
$R_n$	radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> )
$R_s$	radiación extraterrestre (mm día <sup>-1</sup> )
$G$	flujo del calor de suelo (MJ m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup> )
$T$	temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
$u_2$	velocidad del viento a 2 m de altura (m s <sup>-1</sup> )
$e_s$	presión de vapor de saturación (kPa)
$e_a$	presión real de vapor (kPa)
$e_s - e_a$	déficit de presión de vapor (kPa)
$\Delta$	pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C <sup>-1</sup> )
$\gamma$	constante psicrométrica (kPa °C <sup>-1</sup> )

Figura 56. Ecuación de Penman Monteith

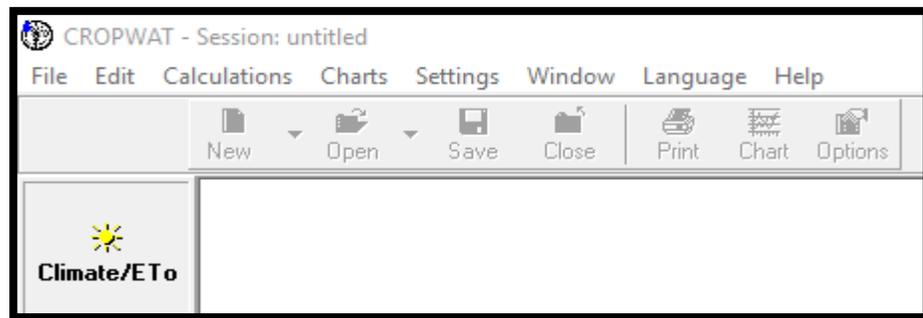
**Fuente:** Extraído del manual FAO 24

La evapotranspiración de referencia (Eto) provee un estándar de comparación mediante el cual:

- Se puede comparar la evapotranspiración en diversos periodos del año o en otras regiones.
- Se puede relacionar la evapotranspiración de otros cultivos.

La ecuación utiliza datos climáticos de radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. Para asegurar la precisión del cálculo, los datos climáticos deben ser medidos o ser convertidos a 2m de altura, cubriendo completamente el suelo y sin limitaciones de agua.

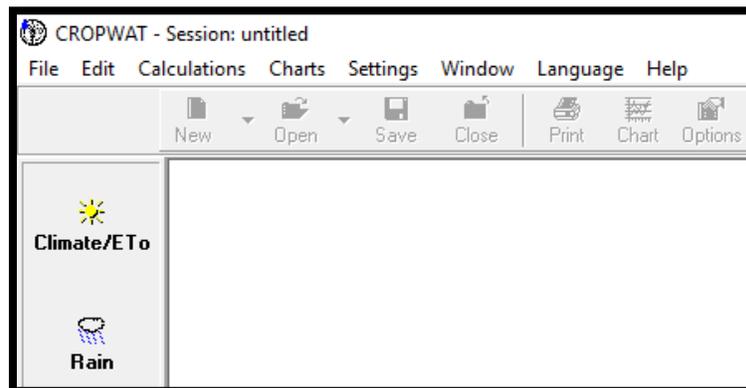
Al iniciar el programa lo primero que necesitamos hacer es crear un proyecto nuevo, accedemos a clima e ingresamos los datos necesarios.



**Figura 57.** Ventana Clima en Cropwap 8.0

Entonces el programa automáticamente calcula la radiación (MJ/m<sup>2</sup>/día) y la evapotranspiración Eto (mm/día)

El segundo módulo que tendremos que utilizar es la precipitación.



**Figura 58.** Ventana para agregar datos de evapotranspiración

El programa requiere precipitación mensual, la cual ya la tenemos de los datos recopilados por SENAMHI (La precipitación efectiva se ha considerado al 75% según la eficiencia máxima hidráulica en canales)

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country: HUARANCHAL - LAESPER Station: CHARAT

Altitude: 2268 m. Latitude: 7.46 °N Longitude: 78.28 °E

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m <sup>2</sup> /day	ETo mm/day
January	15.1	28.2	76	179	11.8	25.1	4.87
February	15.2	27.7	81	170	11.9	26.7	5.03
March	15.7	27.6	81	159	11.9	27.8	5.27
April	16.1	27.9	76	154	11.6	27.4	5.35
May	15.8	29.2	72	206	11.8	26.9	5.59
June	13.7	28.2	62	197	11.9	26.4	5.54
July	13.3	29.4	50	197	11.9	26.6	5.95
August	13.9	28.4	52	208	12.0	27.5	6.00
September	14.3	30.9	57	219	11.7	27.3	6.24
October	14.3	28.8	59	221	11.8	26.7	5.82
November	12.6	29.1	50	236	12.0	25.6	5.85
December	15.1	27.9	70	207	11.9	24.7	4.92
Average	14.6	28.6	66	196	11.8	26.5	5.54

Figura 59. Calculo de la precipitación efectiva

CROPWAT options

Rainfall

Effective rainfall method for CWR calculations

- Fixed Percentage: 75 %
- Dependable rain (FAO/AGLW formula)
  - Peff = 0.6 \* P - 10 /3 for Pmonth <= 70 /3 mm
  - Peff = 0.8 \* P - 24 /3 for Pmonth > 70 /3 mm
- Empirical formula
  - Peff = 0.5 \* P + -5 /3 for P <= 50 /3 mm
  - Peff = 0.7 \* P + 20 /3 for P > 50 /3 mm
- USDA soil conservation service
  - Peff = (P \* (125 - 0.2 \* P)) / 125 for P <= 250 /3 mm
  - Peff = 125 /3 + 0.1 \* P for P > 250 /3 mm
- Rainfall not considered in irrigation calculations (effective rainfall = 0)

Note: in red are correction factors that CROPWAT applies to adjust formulas in the case of decade and daily rainfall data (for effective rainfall calculations daily data are aggregated per decade)

Save as default | Reset to FAO defaults | OK | Cancel | Help

Figura 60. Calculo la precipitación efectiva al 75% según parámetros de máxima eficiencia Hidráulica

Monthly rain - untitled

Station: CHARAT      Eff. rain method: Fixed percentage

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	40.0	30.0
February	42.2	31.6
March	94.7	71.1
April	69.3	52.0
May	15.6	11.7
June	1.2	0.9
July	0.0	0.0
August	0.8	0.6
September	0.2	0.2
October	5.1	3.8
November	8.5	6.4
December	14.1	10.6
<b>Total</b>	<b>291.7</b>	<b>218.7</b>

Figura 61. Calculo de la precipitación promedio diaria

Tabla 18: Resumen de precipitación efectiva en los años 2016, 2017 y 2018

Meses/Hum	2016	2017	2018	Promedio	Promedio Efec.
Enero	0.30	0.10	119.70	40.03	30.00
Febrero	0.58	22.41	103.50	42.16	31.60
Marzo	0.50	199.52	84.20	94.74	71.10
Abril	0.50	185.00	22.30	69.27	52.00
Mayo	0.10	22.11	24.66	15.62	11.70
Junio	0.00	0.00	3.50	1.17	0.90
Julio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agosto	1.30	0.30	0.00	0.80	0.60
Septiembre	4.20	0.40	0.00	0.20	0.20
Octubre	0.30	9.90	0.00	5.10	3.80
Noviembre	1.60	15.40	0.00	8.50	6.40
Diciembre	1.10	27.10	0.00	14.10	10.60
			<b>Total (mm/d)</b>	<b>291.69</b>	<b>218.90</b>

De la tabla n° 16 tenemos precipitaciones fuertes en el año 2017, en los meses de marzo y abril (días del fenómeno del niño), por lo que se compara con las precipitaciones del río Chicama el cual se encuentra aguas abajo del área del proyecto.

**Tabla Nª 17:** Descarga promedio del río Chicama desde el año 1971 hasta el año 2017

DESCARGA RIO CHICAMA	
AÑOS	PROMEDIO (L/S)
1971	354,893.00
1972	359,933.87
1973	533,920.03
1974	222,832.87
1975	412,067.97
1976	256,089.55
1977	350,579.55
1978	54,026.32
1979	146,683.45
1980	37,243.10
1981	287,458.06
1982	120,193.03
1983	814,371.94
1984	491,441.39
1985	83,054.55
1986	154,854.87
1987	203,575.19
1988	143,192.29
1989	327,257.45
1990	61,842.35
1991	72,600.65
1992	96,855.61
1993	339,071.35
1994	287,313.16
1995	119,405.84
1996	258,862.19
1997	99,310.77
1998	1,416,728.61
1999	330,761.29
2000	519,548.77
2001	419,230.58
2002	284,922.84
2003	142,685.42
2004	86,451.10
2005	123,269.16
2006	258,423.10
2007	251,680.52
2008	352,933.68
2009	379,793.03
2010	202,961.55
2011	177,560.45
2012	307,773.68
2013	257,688.26
2014	176,042.32
2015	290,078.45
2016	156,774.71
2017	715,894.92

**Fuente:** Junta de usuarios de agua del Valle Chicama

La napa freática en ciertos sectores esta poco profunda sobre todo cerca de las estructuras de captación y desarenadores. La vegetación aumenta en los meses de lluvias, pero no en la magnitud que se quisiera por no tener las estructuras hidráulicas que aprovechen los aumentos de caudales del río Huaranchalino. Para continuar con la evaluación hidrológica de la estación Callancas con nuestro proyecto, siendo la más cercana y con características similares al lugar del proyecto.

Para determinar la avenida máxima de caudales de diseño, existen varios métodos para la toma de datos, entre el análisis por la distribución Log Pearson Tipo II, Nash, Lebediev y el análisis mediante el método racional, sin embargo, la práctica a demostrado que el método racional es el más adecuado, por ello utilizaremos la ecuación de predicción de Vente Chow quien generaliza la mayoría de funciones de frecuencia (intensidades). Para estimar las descargas máximas diarias.

**Avenida máxima de diseño:** Conocer la precipitación media para proceder con el análisis.

**Tabla 19:** Cálculo de precipitación media

Meses/Hum	2016	2017	2018
Enero	0.30	0.10	119.70
Febrero	0.58	22.41	103.50
Marzo	0.50	199.52	84.20
Abril	0.50	185.00	22.30
Mayo	0.10	22.11	24.66
Junio	0.00	0.00	3.50
Julio	0.00	0.00	0.00
Agosto	1.30	0.30	0.00
Septiembre	4.20	0.40	0.00
Octubre	0.30	9.90	0.00
Noviembre	1.60	15.40	0.00
Diciembre	1.10	27.10	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.87</b>	<b>40.19</b>	<b>29.82</b>
	70.88		

$Media = \frac{\sum X}{n}$	23.63
----------------------------	-------

<b>TOTAL</b>	<b>517.74</b>	<b>274.22</b>	<b>38.37</b>
	830.33		

$$\text{Desviación estandar} = \sqrt{\frac{\sum(X - \text{Media})^2}{n - 1}}$$

415.16

20.38

AVENIDA MAXIMA DE DISEÑO RIO HUARANCHAL

1°	Á.CUENCA	33.43 ha	334300
2°	L,CURS.AGUA	4.6 Km	
3°	H.Desn.Agua	285 m	

FORMULA RACIONAL - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN: Q=CIA

Q: Caudal máximo de escorrentía (m3/seg)

C: Coeficiente de escorrentía, varía según las características físicas determinado haciendo uso del cuadro 1.

I: Intensidad máxima de la lluvia (m/s)

A: Área de la cuenca (m2)

A) DETERMINACIÓN DEL "C"

Cuadro 1: Características de la cuenca

VARIABLE	CARACTERISTICAS DE LA CUENCA			
Relieve del Terreno	Muy accidentada S > 30% Puntaje: 0	Accidentada 10% < S < 30% Puntaje: 30	Ondulada 5% < S < 10% Puntaje: 20	Llana S < 5% Puntaje: 10
Permeabilidad del Suelo	Muy impermeable Roca: Puntaje: 20	Bastante impermeable Arcilla Puntaje: 15	Bastante Permeable Normal Puntaje: 10	Muy permeable Área Puntaje: 05
Vegetación	Ninguna Puntaje: 20	Poca, menor del 10% del área de la cuenca Puntaje: 15	Bastante, del 10% hasta el 50% del área de la cuenca Puntaje: 10	Mucha, hasta el 90% del área de la cuenca Puntaje: 05
Capacidad de Almacenaje de Agua	Ninguna Puntaje: 20	Poca Puntaje: 15	Bastante Puntaje: 10	Mucha Puntaje: 05
Valor de K comprendido entre	75 a 100	50 a 75	30 a 50	25 a 30
C	0.65 - 0.80	0.50 - 0.75	0.35 - 0.60	0.20 - 0.40

Fuente: Texto, Hidrología del Ing. Wendor Cherreque M.

**RELIEVE DEL TERRENO**

Pendiente de Laderas R=5%

K1 = 20

**PERMEABILIDAD DEL SUELO**

Bastante impermeable - Arcilla

K2 = 15

**CUBIERTA VEGETAL**

Mucha hasta el 90% del área de la cuenca

K3 = 5

**CAPACIDAD DE ALMACENAJE**

Poca agua

K4 = 15

Luego  $K1+K2+K3+K4$

K= 55

50 0.5  
55 X  
75 0.75

	-25	=	-
			0.25
			X-
	-20		0.75
			-
	1	=	0.05
			X-
	4		0.75
	X-0.75	=	-0.2
	X = C	=	0.55

**B) DETERMINACIÓN DEL "TC Y PERIODO DE RE**

TC= Tiempo de concentración

$$Tc = (0.871 L^3 / H)^{0.378}$$

L= Longitud del curso principal = 4.6 Km  
H=Desnivel máximo del curso principal = 285 m

Tc= 0.63 Horas  
Tc= 37.94 minutos

Considerando una vida N= 20 años  
Riesgo de falla estructural J= 50 %

La probabilidad que ocurra un evento (intensidad máxima )

$$P = (1 - J)^{1/N}$$

P= 0.97  
P= 96.5936329 %

La probabilidad que ocurra dicho evento en el año es:  
1-P= 3.41 %

El periodo de retorno del evento para N=10  
y J=50%

$$Tr = 1 / (1 - (1 - J)^{1/N})$$

Tr= 29.36  
Tr= 30 años

### C) DETERMINACIÓN DE INTENSIDADES DE LLUVIA USANDO EL MÉTODO DE CHOW

$$X_{\sigma} = X + S_x(K_{\sigma})$$

$X_{\sigma}$  = Precipitación máxima diaria expresada para el periodo de  
retorno ( $T_r$ ) años.  
 $X$  = Media de la serie  
 $n$  = número de años histórica  
 $S_x$  = Desviación estándar de la serie  
 $K_{\sigma}$  = Factor de frecuencia de CHOW, que está en función al  
periodo ( $T_r$ ) y el tamaño de muestra ( $n$ )

Para las mismas frecuencias han sido calculadas las intensidades máximas de precipitación horaria (mm/hr), haciendo uso de la siguiente expresión del Soil Conservation Service (SCS).

$$I_{TR} = \frac{0.280049 * P_{PTR}}{T_C^{0.6}}$$

$I_{TR}$ =Intensidad para un tiempo de retorno (mm/h).  
 $P_{PTR}$ =Precipitación máxima (24h) para un periodo de retorno en mm.  
 $T_C$ =Tiempo de concentración en (hr).

**Tabla 19:** Factores de frecuencia  $K_{\sigma}$  para la distribución de valores extremos Tipo I

Tamaño de la muestra	PERIODO DE RETORNO (Años)								
	5	10	15	20	25	50	75	100	1000
15	0.967	1.703	2.117	2.41	2.632	3.321	3.721	4.005	6.006
20	0.919	1.625	2.023	2.302	2.517	3.179	3.563	3.836	5.842
25	0.888	1.575	1.963	2.235	2.444	3.088	3.463	3.729	5.727
30	0.866	1.541	1.922	2.188	2.393	3.026	3.393	3.653	-
35	0.851	1.516	1.891	2.152	2.354	2.979	3.341	3.598	5.576
40	0.838	1.495	1.866	2.126	2.326	2.943	3.301	3.554	-
45	0.829	1.478	1.847	2.104	2.303	2.913	3.268	3.52	5.478
50	0.82	1.466	1.831	2.086	2.283	2.889	3.241	3.491	5.261
100	0.779	1.401	1.752	1.998	2.187	2.77	3.109	3.349	4.936
□	0.719	1.305	1.635	1.866	2.044	2.592	2.911	3.137	4.936

Interpolando los valores  $K_{\sigma}$

$$25 \quad 2.632$$

$$30 \quad X$$

$$50 \quad 3.321$$

$$\frac{25}{20} = \frac{0.689}{3.321-X}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{0.689}{3.321-X}$$

$$3.321-X = 0.5512$$

$$K_{\sigma} = 2.770$$

Reemplazando en la ecuación, tenemos:

$$X_{30} = \square + Sx (2.77)$$

De los dato de la Estación meteorológica "Charat", se tiene

$$\square =$$

$$23.63$$

$$Sx = 20.38$$

$$X_{30 \text{ años}} =$$

$$P_{\text{máx. diaria}} = 80.07 \text{ mm}$$

$$80.07 \text{ mm}$$

**Tabla 20:** Análisis de frecuencia para diferentes periodos de retorno de las precipitaciones pluviales máximas.

PERIODO DE RETORNO (Años)	$K_{\sigma}$	PRECIP.MAX. EN 24 H (mm)	INTENS.MAX.PRECIP. (mm/h)
5	0.967	43.33	15.98

<b>10</b>	1.703	58.33	21.50
<b>15</b>	2.117	66.76	24.61
<b>20</b>	2.41	72.73	26.82
<b>25</b>	2.632	77.26	28.48
<b>30</b>	<b>2.770</b>	<b>80.07</b>	<b>29.52</b>
<b>50</b>	3.321	91.29	33.66
<b>100</b>	4.005	105.23	38.80

Fuente: Elaborado por el autor.

**INTENS.MAX.PRECIP. (mm/h)**

^

Imáx= 29.52 mm/hr

Imáx= 0.0000082 m/seg

Imáx= **8.1999E-06 m/seg**

Calculo del caudal máximo probable (Qmáx)

Haciendo uso de la formula racional:

Q=CIA

**Qmáx= Qdiseño 1.51 m3/seg**

OTROS METODOS

Metodo de Nash

Metodo de Lebediev

Metodo de Log-Pearson II

Fuente: Diseño del canal de riego Chilca pan de Azúcar, distrito de Agallpampa, Provincia de Otuzco-La Libertad

En el sector que comprende el proyecto de acuerdo a la información recogida existe dos campañas agrícolas, la primera se desarrolla a partir de enero con el inicio de las lluvias, el riego es por secano, y se complementa con riego por gravedad; la segunda campaña se inicia en julio y el riego es por gravedad. A continuación, presentamos la cédula de cultivos con proyecto, como resultado de la información brindada por los beneficiarios, a continuación, se presenta la cédula cultivos.

**Tabla 21:** Cedula y calendario de cultivo

CULTIVO	AREA		MESES DEL AÑO												CAMPAÑA	
	HA AGRICOLA	% AGRICOLA	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	GRANDE	CHICA
GRANADILLA	33.04	21.88	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	
PAPA	23.00	15.23	23.00	23.00								23.00	23.00	23.00		19.17
PALTA	12.00	7.94	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00				12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	
MANZANO	28.00	18.54	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	
MAIZ AMARILLO	13.00	8.61	13.00									13.00	13.00	13.00		13.00
FREJOL	8.00	5.30										8.00	8.00	8.00		8.00
CITRICOS (PLATANO Y LIMA)	5.00	3.31	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
PLATANO	4.00	2.65	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	
HORTALIZAS	25.00	18.95										25.00	25.00	25.00	-	25.00
TOTAL	151.04	100.00	118.04	105.04	82.04	82.04	82.04	70.04	70.04	70.04	82.04	151.04	151.04	151.04	82.04	65.17
															147.21	

 CAMPAÑA GRANDE (BAJO LUVIA)

 CAMPAÑA CHICA (BAJO RIEGO)

**Fuente:** Elaboración del proyectista / Kc extraído del manual

Los frutales son cultivos permanentes por lo que aprovecha el agua de lluvias y de riego a través de canales. Se asume la doble campaña y los cultivos temporales tiene su fecha de siembra que son a partir del mes de mayo (Usando riego) y su periodo vegetativo de estos cultivos son de 6 meses hasta

su producción, la campaña grande se siembra en el mes de noviembre y los riegos se realizan de acuerdo a las lluvias y en la campaña chica los cultivos son sembrado a partir del mes de mayo y el riego se realiza cada 15 días (Por ser terrenos francos) En conclusión los cultivos permanentes (Frutales son regados con aguas de lluvia y de riego)

Para conocer las hectáreas de la zona de estudio, se hizo uso de encuestas para cantidad que poseen de terreno los agricultores, y junto al presidente del canal el común el señor Jesús Peres Alfaro se pude delimitar las zonas que abarcan el proyecto a mejorar. Se consideró reincorporar 32 hectáreas de cultivo logrando un total de Hectáreas para que sean beneficiadas.

TERRENOS CON RECURSO	120	TOTAL ha
TERRENOS SIN RECURSO	32	152

Por otro lado, la mayoría de cultivos tiene efectos de los diferentes factores meteorológicos y el recurso suelo, por ello es que se ha considerado un coeficiente del cultivo Kc (adimensional) y lograr el requerimiento que se necesita para el cultivo cumpliendo que la oferta con proyecto supere a la demanda.

Los valores que nos muestra el manual FAO 24: Viene a ser una guía para los requerimientos de agua en los cultivos, de esta manera a través de la evapotranspiración, se optimiza el recurso hídrico, a continuación, mostramos un resumen del coeficiente Kc de evapotranspiración, para ver más detalles consultar el en el Anexo IX.

**Tabla 22:** Determinación del Kc – Manual FAO

CULTIVO	MES	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
GRANADILLA	KC	0.94	1.05	1.22	1.22	1.22	1.23	1.20	1.50	1.50	0.70	0.60	0.60
PAPA	KC	0.83	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.50	0.55	0.55
PALTA	KC	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.00	0.00	0.00	1.05	0.55	0.65	0.65
MANZANO	KC	0.55	0.73	0.84	1.02	1.06	1.50	1.30	1.30	1.50	0.75	0.50	0.50
MAIZ AMARILLO	KC	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75	0.70	0.65
FREJOL	KC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.60	0.82	0.60
CITRICOS (NARANJA Y LIMA)	KC	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65	0.73	0.77	0.95	1.66	0.83	0.62	0.61
PLATANO	KC	0.65	0.77	0.87	0.99	1.08	1.50	1.65	1.75	1.03	0.58	0.40	0.44
HORTALIZAS	KC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.73	0.84	0.75
TOTALES	KC	4.83	4.79	4.40	4.69	4.83	4.96	4.92	5.50	12.34	5.99	5.68	5.35

Fuente: Elaboración del proyectista / Kc extraído del manual FAO 24

Para conocer el valor de del Kc Ponderado es necesario considerar el valor de áreas, multiplicadas por el coeficiente de evapotranspiración Kc, este valor será de utilidad para calcular la demanda para una cédula de cultivo.

**Tabla 23:** Determinación del Kc – Manual

DETERMINACION DEL Kc PONDERADO															
CANAL DE RIEGO EL COMÚN – VIZCACHA															
Cultivos	NºHAS	%	kc-kcp	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
GRANADILLA	33.04	21.88	TOTAL	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04	33.04
			KC	0.94	1.05	1.22	1.22	1.22	1.23	1.20	1.50	1.50	0.70	0.60	0.60
PAPA	23.00	15.23	TOTAL	23.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	23.00	23.00
			KC	0.83	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.50	0.55
PALTA	12.00	7.94	TOTAL	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00	0.00	0.00	12.00	12.00	12.00	12.00
			KC	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.00	0.00	0.00	1.05	0.55	0.65	0.65
MANZANO	28.00	18.54	TOTAL	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
			KC	0.55	0.73	0.84	1.02	1.06	1.50	1.30	1.30	1.50	0.75	0.50	0.50
MAIZ AMARILLO	13.00	8.61	TOTAL	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	13.00	13.00
			KC	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75	0.70
FREJOL	8.00	5.30	TOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	8.00
			KC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.60	0.82
CITRICOS (NARANJA-LIMA)	5.00	3.31	TOTAL	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
			KC	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65	0.73	0.77	0.95	1.66	0.83	0.62	0.61
PLATANO	4.00	2.65	TOTAL	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
			KC	0.65	0.77	0.87	0.99	1.08	1.50	1.65	1.75	1.03	0.58	0.40	0.44
HORTALIZAS	25.00	16.55	TOTAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00	25.00
			KC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.73	0.84
<b>ÁREA CULTIVO</b>	<b>151.04</b>	<b>100.00</b>		118.04	105.04	82.04	82.04	82.04	70.04	70.04	70.04	82.04	151.04	151.04	151.04
<b>KC PONDERADO</b>				<b>0.73</b>	<b>0.85</b>	<b>0.98</b>	<b>1.05</b>	<b>1.07</b>	<b>1.32</b>	<b>1.23</b>	<b>1.40</b>	<b>1.42</b>	<b>0.67</b>	<b>0.63</b>	<b>0.60</b>

Fuente: Elaboración del proyectista / Kc extraído del manual FAO 24

Desarrollar la cedula de cultivo, para conocer la demanda (lo que necesito irrigar)

**Tabla 24:** Cálculo de la demanda para una cedula de Cultivo (l/s)

REFEREN CIA	ARE A	kc de los cultivos														TOTAL
		% AGRIC OLA	AGO STO	SETI EMBR E	OCTUB RE	NOVI EMBR E	DICIE MBR E	ENERO	FEBRER O	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO		
BRANADIL A	33.04	21.88	0.95	1.13	1.22	1.22	1.22	1.17	1.06	0.97	0.70	0.70	0.70	0.77		
PAPA	23.00	15.23	1.01	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.53	1.01	1.16		
PALTA	12.00	7.94	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.00	0.00	0.00	0.60	0.65	0.78	0.82		
MANZANO	28.00	18.54	0.69	0.73	0.84	1.02	1.06	1.10	1.08	1.04	0.50	0.50	0.50	0.58		
MAIZ MARRILLO	13.00	8.61	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.86	1.25	1.02		
PREJOL	8.00	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.92	1.18	0.73		
CITRICOS LIMA/NAR ANJA)	5.00	3.31	1.30	1.29	1.29	1.29	1.29	1.39	1.39	1.39	1.37	1.35	1.34	1.32		
PLATANO	4.00	2.65	0.65	0.77	0.87	0.99	1.08	1.10	1.06	1.04	0.50	0.50	0.50	0.54		
HORTALIZ AS(coliflor. anahoria)	25.00	16.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.78	1.06	1.04		
TOTAL	<b>151.0 4</b>	<b>100.00</b>	5.88	5.51	5.04	5.34	5.47	4.76	4.59	4.44	5.66	6.79	8.33	7.99		
Número de fías por hes			31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00		
Area de terreno cultivada has			118.0 4	105.0 4	82.04	82.04	82.04	70.04	70.04	70.04	82.04	151.04	151.04	151.04		
<b>Coficiente de iego ponderado Kc)</b>			<b>0.73</b>	<b>0.85</b>	<b>0.98</b>	<b>1.05</b>	<b>1.07</b>	<b>1.32</b>	<b>1.23</b>	<b>1.40</b>	<b>1.42</b>	<b>0.67</b>	<b>0.63</b>	<b>0.60</b>		
Evapotranspiración ot (ETP) mm/mes			178.2 5	178.2 0	171.43	162.3 0	146.9 4	147.56	137.48	159.34	157.80	167.71	161.10	178.25		
Evapotranspiración eal (ETR) mm/mes			130.3 2	151.3 3	167.98	169.9 0	156.5 2	194.61	169.75	222.29	224.20	112.78	101.98	107.52		
precipitación total (Pt) mm/mes			0.80	0.20	5.10	8.50	14.10	40.03	42.16	94.74	69.27	15.62	1.17	0.00		

P efectiva mm/mes	0.60	0.20	3.80	6.40	10.60	30.00	31.60	71.10	52.00	11.70	0.90	0.00	
Requerimie to neto (mm)	129.7 2	151.1 3	164.18	163.5 0	145.9 2	164.61	138.15	151.19	172.20	101.08	101.08	107.52	
Requerimie to neto (m3/ha)	1,297 .19	1,511 .34	1,641.7 6	1,634 .98	1,459 .17	1,646.14	1,381.52	1,511.89	1,722.00	1,010.80	1,010.7 7	1,075.24	
Eficiencia de riego	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	<b>TOTAL</b>
Requerimie to bruto (m3/ha)	3,301 .99	3,847 .11	4,179.1 1	4,161 .83	3,714 .32	4,190.25	3,516.67	3,848.51	4,383.35	2,572.99	2,572.9 2	2,737.03	43,026.08
Dotación total mensual (m3)	389, 767. 00	404, 100. 43	342,85 3.87	341, 436. 78	304, 722. 96	293,484. 96	246,307. 49	269,549.89	359,610.1 6	388,62 3.67	388,61 3.31	413,401. 46	4,142,471.97
Requerimi ento bruto (t/s)	<b>145. 52</b>	<b>155. 90</b>	<b>128.01</b>	<b>131. 73</b>	<b>113. 77</b>	<b>109.57</b>	<b>101.81</b>	<b>100.64</b>	<b>138.74</b>	<b>145.10</b>	<b>149.93</b>	<b>154.35</b>	<b>1,575.06</b>
Requerimi ento promedio (t/s)	131.26												
<b>REQUERIMIENTO EN M.M.C.</b>	<b>0.39</b>	<b>0.40</b>	<b>0.34</b>	<b>0.34</b>	<b>0.30</b>	<b>0.29</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>	<b>0.36</b>	<b>0.39</b>	<b>0.39</b>	<b>0.41</b>	<b>4.14</b>

Eficiencia de conducción	97.00	0.97
Eficiencia de distribución	90.00	0.90
Eficiencia de aplicación	45.00	0.45

EFICIENCIA DE RIEGO	0.393
---------------------	-------

### 3.4.2.2. Balance oferta demanda sin proyecto

Para conocer el Balance oferta demanda sin proyecto que necesito para el proyecto a diseñar, necesitare contar con los valores con el caudal al que tengo como propuesta diseñar = 0.04 m<sup>3</sup>/s, luego necesitare calcularlos en milímetros cúbicos =0.04\*86400\*días en el mes/1000000. Posteriormente para calcular el déficit, es necesario restar la demanda de agua en MMC, menos el déficit en MMC.

**Tabla 24:** Balance oferta demanda con proyecto

<b><u>OFERTA DE AGUA</u></b>													
<b>VARIABLES</b>	<b>MESES</b>												<b>TOTAL</b>
	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	
Caudal m <sup>3</sup> /s	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	<b>0.480</b>
Masa MMC	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	<b>1.26</b>

Fuente: Datos recabados por el Proyectista con los Beneficiarios

**Tabla 25:** Balance hídrico sin proyecto

<b><u>BALANCE HIDRICO</u></b>													
<b>MESES</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>TOTAL</b>
DEMANDA DE AGUA MMC	0.39	0.40	0.34	0.34	0.30	0.29	0.25	0.27	0.36	0.39	0.39	0.41	<b>4.14</b>
OFERTA DE AGUA MMC	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	<b>1.26</b>
DEFICIT MMC	0.28	0.30	0.24	0.24	0.20	0.19	0.15	0.16	0.26	0.28	0.28	0.31	<b>2.88</b>

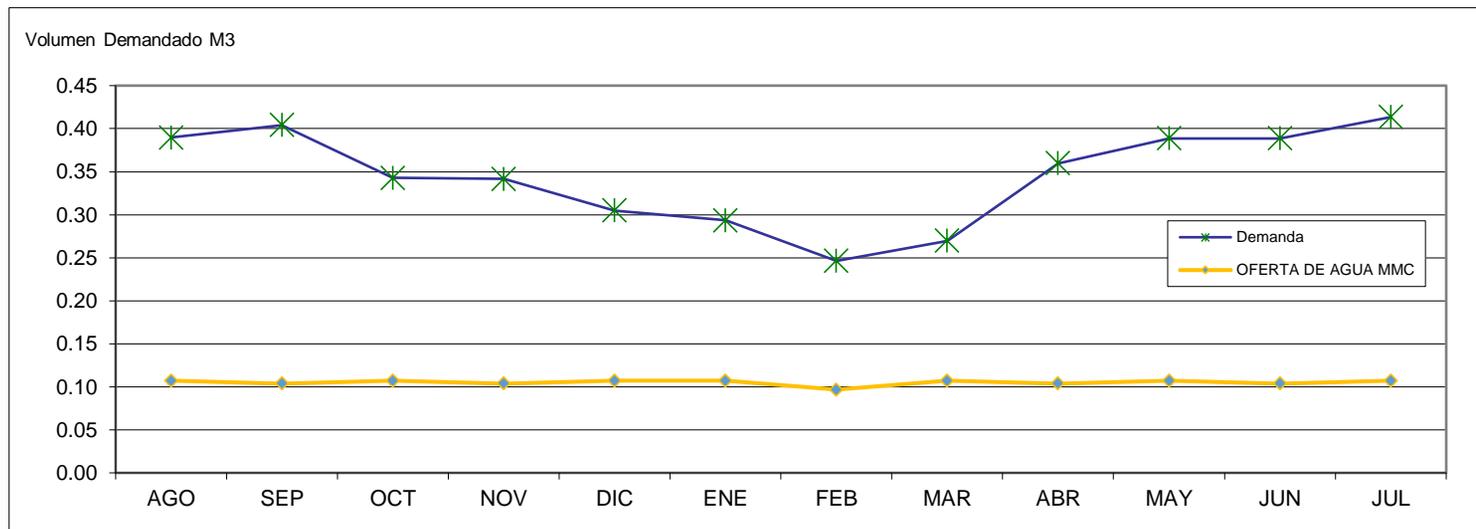
Fuente: Elaboración por el proyectista

Los datos que se muestra a continuación da a conocer que para irrigar las 120 hectáreas actuales, necesitaré de 287.67, por lo que actualmente el proyecto cuenta con 162 l/s dando como diferencia 125.856 l/s los cuales faltan para garantizar el recurso hídrico

**Tabla 26:** Asignación por Hectárea según balance Hídrico

AREA TOTAL	120												TOTAL		
ASIGNACIÓN	0.3898	0.4041	0.3429	0.3414	0.3047	0.2935	0.2463	0.2695	0.3596	0.3886	0.3886	0.4134	4.142		
ASIGNACIÓN POR HA	0.0032	0.0034	0.0029	0.0028	0.0025	0.0024	0.0021	0.0022	0.0030	0.0032	0.0032	0.0034	0.035		
m3/ha mes	3,248.0	3,367.5	2,857.1	2,845.3	2,539.3	2,445.7	2,052.5	2,246.2	2,996.7	3,238.5	3,238.4	3,445.0	34,521		
ASIGNACIÓN ANUAL POR HA													287.67		
													CP	162	
													DIF	125.856	L/S AL AÑO POR HA

**Gráfico 2:** Balance Oferta - Demanda



### Balance oferta demanda con proyecto

Para conocer el Balance oferta demanda con proyecto que necesito para el proyecto a diseñar, necesitare contar con los valores con el caudal al que tengo como propuesta diseñar = 0.16 m<sup>3</sup>/s, luego necesitare calcularlos en milímetros cúbicos =0.16\*86400\*días en el mes/1000000. Posteriormente para calcular el déficit, es necesario restar la demanda de agua en MMC, menos el déficit en MMC.

**Tabla 27:** Balance oferta demanda con proyecto

<b>OFERTA DE AGUA</b>													
<b>VARIABLES</b>	<b>MESES</b>												<b>TOTAL</b>
	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	
Caudal m <sup>3</sup> /s	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	<b>1.920</b>
Masa MMC	0.43	0.41	0.43	0.41	0.43	0.43	0.39	0.43	0.41	0.43	0.41	0.43	<b>5.05</b>

Fuente: Datos recabados por el Proyectista con los Beneficiarios

**Tabla 28:** Balance hídrico sin proyecto

<b>BALANCE HIDRICO</b>													
<b>MESES</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>TOTAL</b>
DEMANDA DE AGUA MMC	0.39	0.40	0.34	0.34	0.30	0.29	0.25	0.27	0.36	0.39	0.39	0.41	<b>4.14</b>
OFERTA DE AGUA MMC	0.43	0.41	0.43	0.41	0.43	0.43	0.39	0.43	0.41	0.43	0.41	0.43	<b>5.05</b>
DEFICIT MMC	-0.04	-0.01	-0.09	-0.07	-0.12	-0.14	-0.14	-0.16	-0.06	-0.04	-0.03	-0.02	<b>-0.90</b>

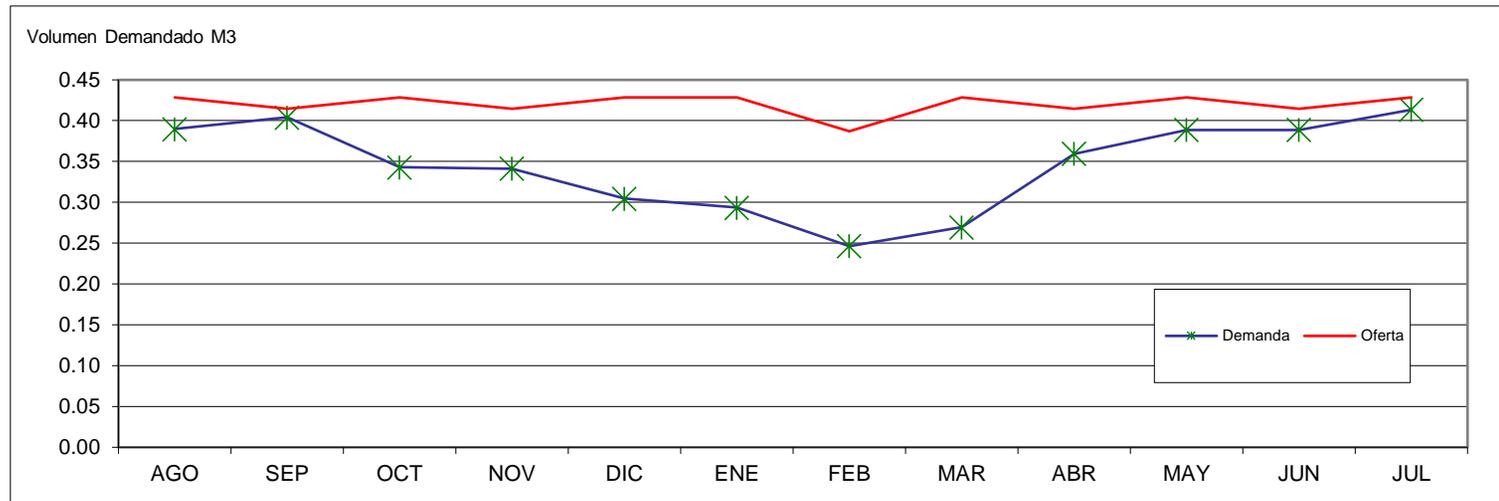
Fuente: Elaboración por el proyectista

Los datos que se muestra a continuación da a conocer que, para irrigar las 160 hectáreas proyectadas, necesitaré de 35 l/s, por lo que el proyecto cumplirá con el requerimiento de recurso hídrico necesario según cedula de cultivo

**Tabla 29:** Asignación por Hectárea según balance Hídrico

AREA TOTAL	160	HA											TOTAL
ASIGNACIÓN	0.3898	0.4041	0.3429	0.3414	0.3047	0.2935	0.2463	0.2695	0.3596	0.3886	0.3886	0.4134	4.142
ASIGNACIÓN POR HA	0.0024	0.0025	0.0021	0.0021	0.0019	0.0018	0.0015	0.0017	0.0022	0.0024	0.0024	0.0026	0.026
m3/ha mes	2,436.04	2,525.62	2,142.83	2,133.98	1,904.51	1,834.28	1,539.42	1,684.68	2,247.56	2,428.89	2,428.83	2,583.75	25,890
ASIGNACIÓN ANUAL POR HA													161.82
ASIGNACIÓN POR DÍAS	79	84	69	71	61	59	54.979	54.345	74.919	78	81	83	851
													5.32
ASIGNACIÓN POR HORAS	3	4	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	35
													0.22

**Gráfico 3:** Balance Oferta - Demanda



## Cálculo de toma parcelaria en canal de concreto:

Estructura que servirá para distribuir y controlar el ingreso del agua a las parcelas, se considerará el diseño en el programa Hcanales, tendrá una sección especial de 0.60x0.65 m, con un desnivel de 0.10 m. con respecto a la rasante del canal, será de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y su sección se instalará una compuerta de 0.65x0.75 m con una plancha metálica de espesor de ¼”, el cual evacuará sus aguas a un canal de transición de sección de 0.65x 0.75m de 1.20 m de largo.

**Fig. 61:** Calculo de compuertas en canal de concreto

**Cálculos en compuertas y orificios**

**Compuerta** | Orificio

**Datos de la compuerta:**

Ancho de la compuerta (b):	<input type="text" value="0.65"/>	m
Tirante aguas arriba (y1):	<input type="text" value="0.36"/>	m
Abertura de la compuerta (a):	<input type="text" value="0.36"/>	m
Coefficiente de contracción (Cc):	<input type="text" value="0.62"/>	

**Ecuaciones:**

$$Q = C_d b a \sqrt{2gy_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

b = ancho compuerta, m  
a = abertura compuerta, m  
y1 = tirante aguas arriba compuerta, m  
Cd = coeficiente descarga  
Cv = coeficiente velocidad

para fines prácticos: Cc = coeficiente contracción  
Cv = coeficiente velocidad

$$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$$

**Elementos de una compuerta**

$y_2 = C_c \times a$   
 $L = \frac{a}{C_c}$

**Resultados:**

Coefficiente de velocidad (Cv):	<input type="text" value="1.039"/>
Coefficiente de descarga (Cd):	<input type="text" value="0.5061"/>
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.3148"/> m <sup>3</sup> /s
	<input type="text" value="314.7504"/> l/seg

### 3.5 Especificaciones técnicas

Para mayor información ver anexo número X.

### 3.6 Estudio de impacto ambiental

Para mayor información ver anexo número XI.

### 3.7 Costos y Presupuestos

Metrados, costos y presupuestos son tres términos estrechamente relacionados dado que no puede haber presupuesto sin costo, y un costo por sí solo, aplicado a una cantidad o metrado, de determinada unidad constituye ya un presupuesto.

Los metrados son la cuantificación de las diferentes actividades que se van a realizar en la ejecución de una obra. Se deberá medir y cuantificar el diseño del proyecto en todas sus partidas. En el presupuesto, es la cantidad de unidades por la cual se pagará, a fin de obtener una obra completamente realizada.

**3.7.1. Resumen de metrados:** Ver presupuesto completo en el **Anexo XI**.

<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>
<b>TRABAJOS PROVISIONALES</b>		
CASETA DE ALMACÉN Y GUARDIANÍA C/TRIPLAY Y PARANTES DE MADERA TORNILLO (APROX. 12M2) + CALAMINA	m2	98.00
CARTEL DE OBRA	und	1.00
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GLB	1.00
LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO NATURAL	m2	11,013.70
LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO CON PRESENCIA DE MALEZA Y VEGETACIÓN	m2	11,013.70
TALA DE ARBOLES Y ELIMINACION DE RAICES MANUALMENTE	und	48.00
TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	22,027.40
<b>DEMOLICION</b>		
DEMOLICION DE CANAL	m2	3,726.00
<b>CAPTACIÓN(01 UND)</b>		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		

EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	30.60
RELLENO COMPACTADO -C/MATERIAL PROPIO	m3	9.80
ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	24.96
<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4.96
CONCRETO CICLÓPEO DE C°S° f'c = 175 Kg/cm2 + 30%	m3	2.70
P.G.		
<b>CONCRETO ARMADO</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	49.00
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	kg	680.93
CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	m3	27.80
<b>ESTRUCTURAS METALICAS</b>		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE COMPUERTA METÁLICA CON VOLANTE	und	1.00
<b>DRENAJE</b>		
DRENAJE EN MURO TUBERIA 2"	m	20.00
<b>JUNTAS Y SELLOS</b>		
JUNTA CON ASFALTO E= 1"	m	20.00
<b>VARIOS</b>		
BARRAJE DE MADERA	GLB	1.00
<b>DESARENADOR (1 UND)</b>		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	11.47
RELLENO COMPACTADO -C/MATERIAL PROPIO	m3	1.05
ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	13.76
<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4.88
CONCRETO CICLÓPEO DE C°S° f'c = 175 Kg/cm2 + 30%	m3	0.44
P.G.		
<b>CONCRETO ARMADO</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	46.55
CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	m3	4.65
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	kg	411.67
<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>		
TARRAJEO EN MUROS MORTERO C:A 1:5 E=1.5CM	m2	25.44
<b>ESTRUCTURAS METALICAS</b>		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE COMPUERTA METÁLICA CON VOLANTE	und	1.00
<b>TOMAS LATERALES (30 UND)</b>		

<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	25.65
ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	30.78
<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	40.50
CONCRETO CICLÓPEO DE C°S° f'c = 175 Kg/cm2 + 30% P.G.	m3	4.84
ALBAÑILERIA DE PIEDRA ASENTADA CONCRETO F'C=140 KG/CM2	m3	5.46
<b>ESTRUCTURAS METALICAS</b>		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE COMPUERTA METÁLICA TIPO IZAJE	und	30.00
<b>CANAL DE CONCRETO</b>		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	35,530.57
RELLENO COMPACTADO -C/MATERIAL PROPIO	m3	27,715.57
ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,378.00
<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	7,471.59
CONCRETO F'C= 175 KG/CM2	m3	1,056.70
<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>		
TARRAJEO EN MUROS MORTERO C:A 1:5 E=1.5CM	m2	8,538.96
<b>JUNTAS Y SELLOS</b>		
JUNTA CON ASFALTO E= 1"	m	5,336.85
<b>MURO DE CONTENCION (20 MTS)</b>		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	70.00
RELLENO COMPACTADO -C/MATERIAL PROPIO	m3	9.68
ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	24.14
<b>CONCRETO ARMADO</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	120.00
CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2	m3	77.90
ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2	kg	2,061.51
<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>		
TARRAJEO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	m2	224.00
<b>JUNTAS Y SELLOS</b>		
JUNTA CON ASFALTO E= 1"	m	20.00

<b>DRENAJE</b>		
DRENAJE EN MURO TUBERIA 2"	m	20.00
<b>PUENTE CARROZABLE (6 UND)</b>		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	38.70
RELLENO COMPACTADO -C/MATERIAL PROPIO	m3	8.28
ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	30.42
<b>CONCRETO ARMADO</b>		
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	164.82
CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	223.14
ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$	kg	6,588.42
<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>		
TARRAJEO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	m2	124.56
<b>POZA DE AMORTIGUACIÓN (10 UND)</b>		
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	5.82
RELLENO COMPACTADO -C/MATERIAL PROPIO	m3	2.91
ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3.49
<b>CONCRETO ARMADO</b>		
CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	6.13
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	45.12
ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$	kg	290.09
<b>JUNTAS Y SELLOS</b>		
JUNTA CON ASFALTO E= 1"	m	5.20
<b>MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
CONSTRUCCION DE LETRINAS	und	3.00
DESMONTAJE DE OBRAS PROVISIONALES	GLB	1.00
DESMONTAJE Y SELLADO DE LETRINAS	und	3.00
MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	GLB	1.00
DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN MICRORELLENO	GLB	1.00
<b>CAPACITACIONES</b>		
CAPACITACION EN LOS SISTEMAS DE RIEGO	und	1.00
CAPACITACION EN SISTEMAS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	und	1.00
<b>FLETE TERRESTRE</b>		
FLETE TERRESTRE	GLB	1.00
FLETE RURAL	GLB	1.00
<b>LIMPIEZA GENERAL DE LA OBRA</b>		

LIMPIEZA GENERAL DE OBRA

m2 11,013.70

**3.7.2. Presupuesto general**

COSTO DIRECTO	4,596,390.77
GASTOS GENERALES (10%)	459,639.08
UTILIDAD (5%)	229,819.54
-----	
SUB TOTAL	5,285,849.39
IGV (18%)	951,452.89
-----	
PRESUPUESTO TOTAL	4,596,390.77

SON : CUATRO MILLONES QUINIENTOS NOVENTISEIS MIL  
TRESCIENTOS NOVENTA Y 77/100 NUEVOS SOLES

**3.7.3. Desagregado de gastos generales****Tabla 30:** Desagregado de gastos generales

PARTIDA :		DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES					
ITEM	ESPECIFICACIONES	N° de veces	UND.	CANT.	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
01.00.00	<b>GASTOS GENERALES VARIABLES</b>						
01.01.00	<b>SUELDOS DEL PERSONAL TECNICO ADMINISTRATIVO</b>						<b>362,500.00</b>
	Ingeniero Residente de obra	01	mes	10.00	7,500.00	75,000.00	
	Arqueologo para elaboración de plan de monitoreo	01	mes	10.00	5,000.00	50,000.00	
	Maestro de Obra	02	mes	10.00	3,500.00	70,000.00	
	Asistente tecnico	02	mes	10.00	2,400.00	48,000.00	
	Guardian	02	mes	10.00	1,500.00	30,000.00	
	Almacenero	02	mes	10.00	1,500.00	30,000.00	
	Técnico de seguridad y salud ocupacional	01	mes	10.00	4,000.00	40,000.00	
	Administrador de obra	01	mes	10.00	1,400.00	14,000.00	
	Liquidador de obra	01	mes	1.00	5,500.00	5,500.00	
01.02.00	<b>VIATICOS Y ASIGNACIONES</b>						<b>8,500.00</b>
	Viaticos	01	Glb	10.00	850.00	8,500.00	
01.03.00	<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>						<b>17,680.00</b>
	Cascos para ingeniero (3m)		Und	7.0	40.00	280.00	

	Chaleco		UND	155.0	30.00	4,650.00	
	Guantes para trabajadores		Und	150.0	20.00	3,000.00	
	Lentes de Seguridad para trabajadores		UND	150.0	20.00	3,000.00	
	Mascarilla		Und	150.0	20.00	3,000.00	
	Botas		UND	150.0	25.00	3,750.00	
01.04.00	<b>OTROS SERVICIOS A TERCEROS</b>						<b>55,750.00</b>
	Servicio de Ploteo de planos		Mes	1.00	250.00	250.00	
	Servicio de Fotocopiados		GLB	1.00	250.00	250.00	
	Servicio de Impresiones		GLB	1.00	250.00	250.00	
	Alquiler de Camioneta inc./Chofer		mes	10.00	5500.00	55,000.00	
01.05.00	<b>MEDICAMENTOS</b>						<b>998.00</b>
	Botiquin Medico		Unid	1.00	248.00	248.00	
	Medicina Basica		Glb	1.00	750.00	750.00	
01.06.00	<b>MATERIALES DE ESCRITORIO</b>						<b>1,102.63</b>
	Papel bond A4 75gr.		mll	3.00	25.00	75.00	
	Archivador de palanca		Und	10.00	8.00	80.00	
	Cuaderno A4 (100 hojas)		Und	4.00	5.00	20.00	
	Sello tipo Trodag		Und	3.00	21.19	63.56	
	Engrampador tipo alicata Rapid		Und	3.00	63.56	190.68	
	Grapas		cja	3.00	3.81	11.44	
	Boligrafo color azul y rojo		cja	3.00	21.19	63.56	
	Lápiz tipo portaminas 0.5 Rotring		Und	5.00	10.17	50.85	
	Minas para portaminas 0.5		cja	3.00	2.50	7.50	
	Folder manila A4 (50 Und.)		pqt	2.00	21.08	42.15	
	Fastener		cja	2.00	4.66	9.32	
	Cuaderno de Obra 100 Folios (Autocopiable)		Und	6.00	40.68	244.07	
	Perforador de papel Rapid		Und	3.00	25.42	76.27	
	Libreta de Topografía		Und	4.00	4.35	17.39	
	Usb 4 gb		Und	2.00	63.56	127.12	
	Tijera de corte		Und	4.00	5.93	23.73	
01.07.00	<b>EQUIPAMIENTO Y MATERIALES DURADEROS</b>						<b>3,344.07</b>
	Flexómetros (5 m)		UND	5.00	16.95	84.75	
	Escritorio de madera		UND	4.00	300.00	1,200.00	
	Estante de madera		UND	5.00	152.54	762.71	
	Mesa de madera		UND	5.00	140.68	703.39	
	Sillas de madera		UND	8.00	29.66	237.29	
	Wincha de 50 m		UND	6.00	59.32	355.93	
01.08.00	<b>ENSAYOS EN LABORATORIO DE SUELOS</b>						<b>3,440.34</b>
	Diseño de mezclas		UND	4.00	250.00	1,000.00	

	Proctor modificado		UND	10.00	60.00	600.00	
	Densidad de campo		UND	8.00	152.54	1,220.34	
	Rotura de probeta		UND	31.00	20.00	620.00	
01.08.00	<b>LUBRICANTE Y COMBUSTIBLES</b>						<b>5,778.54</b>
	Petroleo		Gln	280.00	9.75	2,730.00	
	Gasolina de 84 Octanos		Gln	250.00	12.19	3,048.54	
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES</b>						<b>459,093.58</b>
02.00.00	<b>GASTOS GENERALES FIJOS</b>						<b>545.51</b>
	Legalizacion de cuaderno de obra		Und	5.00	21.19	105.93	
	Gastos Legales y Notariales		Glb	1.00	439.57	439.57	
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS</b>						<b>545.51</b>
	<b>TOTAL GASTOS GENERALES S/. (10 %)</b>						<b>459,639.08</b>
NOTA:	Los precios no incluyen el I.G.V. (18%)						

### 3.7.4. Análisis de costos unitarios

Para mayor detalle, ver Anexo XIII.

### 3.7.5. Relación de insumos

Para mayor detalle, ver Anexo XIII.

### 3.7.6. Fórmula polinómica

Fecha Presupuesto **09/07/2018**  
Moneda **NUEVOS SOLES**  
Ubicación Geográfica **130605 LA LIBERTAD - OTUZCO - HUARANCHAL**

$$K = 0.069*(CAAr / CAAo) + 0.322*(MHR / MHo) + 0.130*(Mr / Mo) + 0.279*(FIr / FIo) + 0.478*(Mr / Mo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.069	7.246		03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
		17.391		05	AGREGADO GRUESO
		75.362	CAA	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
2	0.322	3.727		37	HERRAMIENTA MANUAL
		13.665	MH	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
3	0.130	90.769	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
4	0.279	4.659		39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
		95.341	FI	32	FLETE TERRESTRE
5	0.478	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES

#### IV. DISCUSIÓN

- El diseño de la bocatoma lateral ha consistido en una estructura con barraje de madera y una pequeña compuerta de tarjeta con rosca a diferencia de la costa que consiste en barraje móviles a causa de grandes avenidas. Es necesario ubicar esta obra de arte para controlar y encausar el ingreso de agua al canal, garantizando la eficiencia del recurso.
- En el diseño de mejorar el trazo del canal, se considera diferentes criterios en comparación con canales de la costa, por lo que en la Sierra, la topografía accidentada no da márgenes para poder alinear o suprimir curvas cerradas. Se trató de tener una mejor conducción para evitar pérdidas del recurso hídrico.
- En el diseño del perfil longitudinal de tubo que semejarse al trazo existente, como consecuencia se obtiene numerosos cambios de pendiente obligando a estructuras de pasos de desnivel como pozas de amortiguación, lo que no ocurre en diseños de canales de la costa. Al colocar estas obras de arte, se necesitó de un buen criterio profesional y evitar colocar obras de arte donde no se necesiten.
- El trazo horizontal y vertical se ha tenido el criterio de topografía accidentada y que el corte del terreno se va a realizar con personal, porque el lugar no permite el ingreso de maquina como excavadora o retroexcavadora que permita realizar el corte. En las especificaciones técnicas se encuentra el detalle para la construcción del canal, considerando la mano de obra de la zona, generando nuevos puestos de empleo para la población del Caserío la Esperanza.

## V. CONCLUSIONES

1. A través del estudio topográfico en campo se pudo constatar el relieve de la zona la cual posee un terreno con relieve accidentado, tipo 3, con pendientes de 8 a 12%. Con la topografía se tiene las debidas consideraciones para ubicar la toma lateral y desarenador, así como la visibilidad y acceso a la zona del proyecto. Realizando el trabajo en gabinete utilizando el programa civil 3D obtuvimos el perfil longitudinal de los alineamientos y volumen de corte y relleno siendo de importancia en el movimiento de tierras.
2. Se logró realizar el estudio de suelos, tomando muestras de 5 calicatas, 1 por Kilómetro realizadas a cielo abierto dando como característica de relevancia un suelo limoso con arena presentando un 83.93% de suelos finos, a la vez se realizó el estudio de capacidad portante en la calicata 5 dando como resultado una carga admisible bruta de 31.62 tn, dato que se utilizó para el cálculo de toma lateral y desarenador.
3. Se pudo verificar la fuente de agua la permitirá captar el agua del río Huaranchal y conducir hacia las zonas de cultivo de menor riego, mejorando así la agricultura del sector. A través de datos de Senamhi se estimó datos de precipitaciones máximas y mínimas, procesando la información en el programa cropwat para conocer la precipitación efectiva y esta información sea usada para cálculos de evapotranspiración.
4. Para el cálculo de diseño de los canales y de las obras de arte, se realizó teniendo en cuenta los criterios técnicos de diseño hidráulico y la información topográfica de campo. Se diseñó una captación lateral, un desarenador y se calculó la evapotranspiración de los cultivos para saber su requerimiento de agua optando por tomar un caudal de 160 l/s y continuar con los cálculos utilizando el programa Hcanales y conocer la sección del canal dando un ancho de 0.6m en el fondo, 0.7 m como altura y 10 cm de ancho.
5. En general, según el presente Estudio de Impacto Ambiental, se ha podido determinar que los posibles impactos ambientales que se susciten, no implicarán una limitación ni tampoco una restricción importante para la ejecución del proyecto. Por lo tanto, se concluye que el Estudio de Impacto Ambiental, es ambientalmente viable siempre y cuando se implementen de manera adecuada las medidas correctivas y/o control establecidas en el Plan de Gestión Ambiental.

6. Elaboramos el estudio de impacto ambiental de acuerdo a especificaciones técnicas con procedimientos modernos que permiten dar mayor viabilidad al proyecto obteniendo resultados.

7. Logrará elevar el nivel de vida de cada uno de los pobladores del Distrito de Huaranchal, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas que tiendan a generar el desarrollo del Distrito. El costo total del proyecto es s/ 4,596,390.77 nuevos soles según costo total incluido inv. Cabe recalcar que con la ampliación de la frontera agrícola se incrementará, lo cual generará una mejora de calidad de vida de la población beneficiada.

## **VI. RECOMENDACIONES3**

1. Utilizar el presente trabajo como obra de consulta o apoyo para realizar estudios de proyectos de mejoramiento y construcción de canales de otras zonas o pueblos de condiciones semejantes.
2. Ejecutar el presente proyecto, de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos para lograr una eficiente construcción durante su periodo para lo cual ha sido diseñado y deberá ser inspeccionado durante la ejecución de todo el proyecto, por parte de la entidad beneficiaria.
3. Para un correcto funcionamiento de los canales y obras de arte, es necesario un adecuado programa de mantenimiento periódico y rutinario, para evitar el deterioro prematuro, por parte de la entidad ejecutora y/o parte de los usuarios a través del comité de riego.
4. Durante el proceso de construcción, se presentarán una serie de impactos negativos, los cuales serán disminuidos, para ello sería conveniente que, en los avances de informe mensual de Obra, se considere un párrafo para identificar nuevos impactos positivos o negativos y las acciones correspondientes a fin de enriquecer esta disciplina.

## VII. REFERENCIAS

ORÉ, maría teresa. Retos para la formación de los consejos de recursos hídricos 2017.

SALVATIERRA, Augusto, Mejoramiento del canal de riego Huanchaco sector el Milagro, Distrito de Huaranchal – Otuzco – La Libertad. 2017.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARANCHAL, expediente técnico, Mejoramiento del canal de riego pampillas sector el milagro, distrito de Huaranchal - Otuzco - La Libertad, 2017

SALVATIERRA, Augusto, Mejoramiento de canal de riego Yamot- Chapihual-Huayobamba, Distrito de Huaranchal-Otuzco-La Libertad. 2017.

AREDO Moya, Antonio Erick y VALVERDE PONTE, Armando. Mejoramiento y rehabilitación del canal de regadío Carabamba margen izquierda, distrito de Carabamba, Provincia de Julcán, Departamento de La Libertad. Tesis UNT Ingeniería Agrícola, 2016. Pp113.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Norma Técnica E-050 suelos y cimentaciones. 2016.

PONS Valls, Josep María, Manual de Topografía Práctica.2015.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. 2014.

ARRIETA Adrianzén, Kristher Miguel y VASQUEZ TELLO, Karla Elianna. Mejoramiento del canal Puente Jaula, Caserío el Carrizo – Chugay- Sánchez Carrión - La Libertad. Tesis UNT Ingeniería Agrícola. 2013, Pp 146.

AGUILAR, Rhet y ALPONTE. Con su tesis “Diseño del sistema de Captación y Distribución de Agua para riego agrícola en el caserío de San Agustín Otuzco – La libertad. 2013.

PLAN ESTRATÉGICO SECTORIAL DE AGRICULTURA 2012-2016.

BECERRA Guerrero, Pablo Martín. Diseño del canal de regadío – Mollepata en el centro poblado de San Mateo de Mollepata – Bambamarca- Bolivar- La”. Tesis UNT Ingeniería Agrícola. 2012. Pp 43.

SUAREZ Elias, Orlando Mejoramiento y ampliación del canal Quilish la Paccha-Caserio San Antonio del plan Tual, C.P Huambocancha Alta - Cajamarca. 2012. Pp 58.

DELLAVEDOVA, María Gabriela, Guía Metodológica para la evaluación de impacto ambiental.2011.

MESTANZA Sánchez, Jorge Daniel. Diseño del canal de riego Chilca pan de azúcar, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco – La libertad”. Tesis del colegio de ingenieros. Trujillo, Universidad Cesar Vallejo. 2010. Pp 123.

ANA, Manual de diseños de obras Hidráulicas para la formulación de proyectos Hidráulicos Multisectoriales y de Afianzamiento Hídrico ANA. 2010.

PLAN ESTRATÉGICO REGIONAL DEL SECTOR AGRARIO 2009 – 2015, La Libertad.

JUÁREZ Badillo. Mecánica de suelos. Tomo 1. 1997.

VEN TE CHOW. Hidráulica de canales. Lima 1994.

VILLÓN Béjar, Máximo. Hidráulica de canales. 1981.

LEON Torres, Francisco San Salvador. 1980, p.276.

KROCHIN. Diseño Hidráulico. Ed. MIR, Moscú .1978.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN, Boletín técnico N° 7. Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales, Lima 1978.

AGUIRRE. Hidráulica de canales, Centro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras – CIDIAT, Mérida, Venezuela (1974).

ONERM, Oficina nacional de evaluación de recursos nacionales.

JUNTA DE USUARIOS de agua del Valle Chicama

MANUAL DE PROYECTOS HÍDRICOS– criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL – Carta Geológica 16-F. Otuzco

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

RNE. E-050 Suelos y Cimentaciones

SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú.