



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo en el sistema de conducción en el canal de riego  
el Moro – Laredo – Trujillo.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Arana Saldaña, Jean Carlos (ORCID: 0000-0002-3638-1277)

Reyna Varas, Miler Fernando (ORCID: 0000-0002-2976-0500)

**ASESORES:**

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

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO - PERÚ

2020

## Dedicatoria

*Nunca, nunca, nunca, nunca,*

*Nunca, nunca, nunca, nunca,*

*te des por vencido.*

*A mi familia.*

*A mi madre, que está en el cielo, ella es mi motivación,*

*mi fuerza para lograr cada objetivo*

*y mi carrera universitaria es el primero de muchos.*

## **Agradecimiento**

*A Dios.*

*A Dios por brindarme la sabiduría y  
entendimiento a lo largo de mi corta vida,  
A mis padres por su apoyo incondicional y  
Esfuerzo lo cual fue de gran importancia  
Para lograr este primer objetivo.*

*A la Universidad César Vallejo, a los  
docentes por permitirme obtener  
el título profesional de Ingeniero Civil.*

*Mi admiración y agradecimiento al:  
Ing. Alex Herrera Viloche, Por su  
dedicación, experiencia y acertado  
asesoramiento en la realización del  
presente trabajo de Investigación*

## Índice de contenidos

	Pág.
Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. MÉTODOLÓGÍA.....	10
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2 Variables y operacionalización.....	10
3.3 Población, muestra y muestreo.....	11
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5 Procedimientos.....	14
3.6 Método de análisis de datos.....	14
3.7 Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
4.1 Estudio Topográfico.....	15
4.2 Estudio de Mecánica de suelos.....	22
4.3 Estudio Hidrológico.....	33
4.4 Diseño Hidráulico.....	47
4.5 Especificaciones Técnicas.....	77
4.6 Costos y presupuestos.....	100

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	108
VI. CONCLUSIONES .....	110
VII. RECOMENDACIONES .....	112
REFERENCIAS.....	113
ANEXOS .....	117

### Índice de tablas

Tabla 2:Ubicación Geográfica .....	12
Tabla 3: Límite de precisión para el plano .....	16
Tabla 4: Tipo de topografía .....	17
Tabla 5: Tabla de los BM .....	19
Tabla 6: Tabla de estaciones .....	19
Tabla 7: Descripción de las calicatas .....	23
Tabla 8: Tabla de calicatas.....	24
Tabla 9: Descripción del análisis granulométrico .....	25
Tabla 10: Descripción del contenido de humedad .....	25
Tabla 11: Límites de Atterberg .....	26
Tabla 12: Nomenclatura SUCS .....	27
Tabla 13 : Descripción del perfil estratigráfico .....	27
Tabla 14: Resumen de Resultados .....	29
Tabla 15:Resumen de Análisis por tamizado .....	31
Tabla 16: Estación Meteorológica .....	34
Tabla 17: Registro de los datos meteorológicos promedios mensuales. Registrado en la estación meteorológica de Sinsicap. (Los registros históricos ver Anexo 2)	34
Tabla 18: Cédula de cultivo y Calendario Agrícola .....	35
Tabla 19: Coeficientes de Cultivo .....	35
Tabla 20: Cultivos y sus respectivas áreas.....	36
Tabla 21: Coeficiente de cultivo mensual y ponderado.....	36
Tabla 22: Datos históricos de la Precipitación .....	38
Tabla 23:Oferta de agua mensual proveniente del río Moche .....	40
Tabla 24: Demanda de agua mensual de los cultivos, con una eficiencia de riego de 50%- Concreto .....	41

Tabla 25: Balance Hídrico – Concreto Simple .....	43
Tabla 26: Demanda de agua mensual de los cultivos, con una eficiencia de riego de 75%- PVC .....	44
Tabla 27: Balance Hídrico - PVC.....	46
Tabla 28:Parámetros - Proyecto Propuesto – PVC .....	49
Tabla 29:Características hidráulicas y Geométricas del canal revestido de concreto .....	56
Tabla 30:Características hidráulicas del canal revestido con tubería PVC .....	61
Tabla 31: Características hidráulicas del canal revestido con tubería PVC .....	64
Tabla 32: Características hidráulicas del canal revestido con tubería PVC .....	68
Tabla 33: Tabla de valores .....	74
Tabla 34: Datos Bocatoma .....	75
Tabla 35: Rangos Granulometría .....	84
Tabla 36: Tipos de sustancias .....	86
Tabla 37: Porcentajes de peso .....	87
Tabla 38: Clases - Agregados .....	88
Tabla 39: Consideraciones del concreto.....	89
Tabla 40: Clases de Agregados .....	90
Tabla 41: Suministro de Tubería .....	97
Tabla 42: Tabla de metrados – Concreto .....	100
<i>Tabla 43:Tabla de metrados – PVC .....</i>	<i>102</i>

### **Índice de figuras**

Figura 1:Diseño de Línea de Investigación.....	10
Figura 2: Mapa de Perú - La Libertad - Trujillo.....	12
Figura 3: Mapa de zonas sísmicas del Perú.....	23
Figura 4:Software Cropwat 8.0.....	37
Figura 5: Oferta y Demanda.....	43
Figura 6: Oferta y Demanda.....	46
Figura 7: Balance Hídrico- PVC .....	46
Figura 8:Secciones hidráulicas rectangulares y circulares .....	52
Figura 9: Diseño Hidráulico - PVC .....	53
Figura 10:Diseño Hidráulico - PVC .....	54

Figura 11: Canal Concreto Simple .....	55
Figura 12: Canal PVC .....	60
Figura 13: Bocatoma.....	72
Figura 14: Nivel del río.....	72
Figura 15: Gráfico de Azud .....	75
Figura 16: Presupuesto concreto .....	105
Figura 17: Presupuesto PVC .....	107

## RESUMEN

Generalmente los problemas que se presentan en los sistemas de riego, en las zonas costeras del país, se debe a las pérdidas que se producen en la conducción y distribución del agua. Sabemos además que la mayoría de canales de la zona norte están sin revestir. Sin embargo, existen diversas maneras de impermeabilizar un canal, tales como: concreto, mampostería, PVC, etc.

El canal en estudio es El Moro que se encuentra ubicado en Laredo, Trujillo, La Libertad. El mismo que cuenta con una extensión de 12+408 km éste está revestido de mampostería en la mayor parte del tramo y en menor medida de concreto y de tierra es decir al natural. Los conocimientos técnicos y de ingeniería ayudan a definir adecuadamente el tipo y tamaño de la estructura de conducción, permitiendo así que éste sea técnicamente y económicamente útil y provechoso. El presente trabajo tiene como objetivo determinar las diferencias entre un canal abierto ya existente y un canal cerrado. Para ello es necesario realizar el estudio topográfico, hidrológico, la mecánica de suelos, el diseño hidráulico, así como realizar el presupuesto de las infraestructuras de riego. El caudal de diseño fue de 1.7 m<sup>3</sup>/s. La geometría del concreto es de 2.70 m x 1 m y la tubería es de 37 pulgadas, pero el diámetro comercial fue de 1000 mm.

El costo directo de la infraestructura de riego, revestido con concreto es de S/. 6,036,184.69 y para tuberías PVC es S/. 8,873,202.15, el segundo es 30% más caro con respecto al primero.

En la conducción utilizando concreto simple es más económico, por los gastos generales y tiempo de duración, es proporcionalmente más equilibrada que conducir en un canal de tubería de PVC, sin embargo, un canal cerrado genera menos pérdidas de agua.

**Palabras claves:** Infraestructura, riego, canal.

## ABSTRACT

Generally, the problems that occur in irrigation systems, in the coastal areas of the country, are due to the losses that occur in the conduction and distribution of water. We also know that most of the channels in the northern zone are uncoated. However, there are several ways to waterproof a channel, such as: concrete, masonry, PVC, etc.

The channel under study is El Moro which is located in Laredo, Trujillo, La Libertad. The same one that has an extension of 12 + 408 km this one is covered with masonry in most of the section and to a lesser extent of concrete and earth that is to say the natural one. The technical and engineering knowledge help to properly define the type and size of the driving structure, thus allowing it to be technically and economically useful and profitable. This paper aims to determine the differences between an existing open channel and a closed channel. For this it is necessary to carry out the topographic, hydrological study, the mechanics of soils, the hydraulic design, as well as to carry out the budget of the irrigation infrastructures. The design flow was 1.7 m<sup>3</sup> / s. The geometry of the concrete is 0.5 m x 0.5 m and the pipe is 37 inches, but the commercial diameter was 1000 mm.

The direct cost of the irrigation infrastructure, coated with concrete is S /. 6,036,184.69 and for PVC pipes it is S /. 8,873,202.15, the second is 30% more expensive compared to the second.

In conduction using simple concrete is cheaper, overhead and duration, it is proportionately more balanced than PVC pipe conduction.

**Keywords:** Infrastructure, irrigation, canal.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos pasados la construcción civil fue, es y será primordial en las actividades del hombre, mejorando no sólo las necesidades básicas, sino también la calidad de vida.

Los proyectos hidráulicos son esenciales para el progreso de una comunidad porque permiten a los habitantes aprovechar y maximizar la producción de la frontera agrícola. Un sistema de conducción es de vital importancia pues une la captación encontrada con la población futura beneficiada, además de aprovechar el agua y generar mayores extensiones verdes (zonas agro-industriales), que eventualmente beneficiaran tanto directa como indirectamente a los comensales, así mismo estos proyectos llevan el líquido elemental (agua) a los hogares, mejorando largamente la salubridad, disposición y actitud de vida de los pobladores. Sabemos que el agua fue, es y será indispensable para el consumo humano y desde luego también para la agricultura. Si el país aspira hacia el bicentenario lograr acceder al club de los países desarrollados (OCDE) es indispensable que, entre las diversas áreas a tratar, se vea con cuidado y valor las obras hidráulicas, tanto de gran envergadura, cómo de menor índole. Casos de corrupción frenan al Perú, obras grandes y paralizadas cómo Majes Siguanilla II y el Proyecto especial Chavimochic en su III etapa, marcarán un antes y un después en la agro-industria del país. Adicionalmente si damos mantenimiento y mejoramiento a las obras ya existentes, no habrá duda que seremos el país líder en agricultura de Latinoamérica.

La calidad y el comportamiento del agua a través de un sistema de conducción "canal hidráulico" se ve influenciado por el ejemplar de revestimiento y la clase de material que está hecho. El canal de riego el Moro, que está ubicado en Laredo, Trujillo, La Libertad, es de sección transversal trapezoidal, con revestimiento de mampostería en casi todo el tramo, algunas partes de concreto, y en ciertos tramos está al canal natural. Este sistema de conducción transporta un importante volumen de agua que es usado para la agricultura. Este proyecto nace ante la necesidad de contar con agua de calidad, que sea apta para el uso de la agricultura y comparar un sistema económico y eficiente que reduzca las pérdidas del volumen del agua, pues el canal en su mayoría (8.5 km) es de mampostería. Por todo esto, tendremos la finalidad de dar una respuesta a la presente interrogante, ¿Cuáles son las diferencias entre un canal abierto de

concreto simple y un canal cerrado de tubería de PVC en el canal de riego El Moro, Laredo, Trujillo?

El comportamiento que tiene la conducción del agua mediante un canal de riego es muy importante ya que de ello depende la producción agrícola de la zona.

Esta investigación se realiza con el fin de comparar un canal abierto de concreto simple(existente), entre un canal cerrado de PVC. Las familias del distrito de Laredo serán beneficiadas mediante el diseño de la infraestructura del canal de riego, proponiendo una solución técnica adecuada para la conducción del canal, orientado a la ejecución de obra, garantizando el buen manejo del agua e incrementar la producción, el desarrollo agrícola, generando nuevos ingresos y sobre todo facilitando la vida de los usuarios, que es lo que se da cuando se realizan obras importantes.

Así mismo; La presente investigación contribuye tanto directamente, cómo indirectamente al mejoramiento del bienestar de los moradores de Laredo. Por lo tanto, ello es una justificación social. Además, a mayor producción agrícola, mayores recursos, lo que conlleva a un mayor crecimiento económico a los pobladores de Laredo. Justificándose de manera económica.

Como justificación Técnica, la presente tesis es económicamente realizable y factible, llegando incluso a (ejecutarse en menos tiempo que la actual) ser más económica que el canal actual. Por último, cómo justificación ambiental, a menor pérdidas de volúmenes de agua, menos contaminación al suelo y aire.

Nuestro objetivo principal es: Determinar las diferencias entre un canal abierto de concreto simple y un canal cerrado de PVC en el canal de riego el Moro, Laredo, Trujillo. Además, cómo objetivos específicos tenemos:

Realizar levantamiento topográfico para determinar las cotas (alturas del terreno), el desnivel, etc. Así cómo, realizar el estudio hidrológico en la zona para determinar el balance hídrico del canal de riego El Moro. Adicional a ello, haremos el estudio de mecánica de suelos para saber su granulometría, así como su contenido de humedad, el tipo de suelo de la zona.

Realizaremos también el diseño hidráulico para el canal cerrado con tubería de PVC, cómo la de concreto simple y los presupuestos de infraestructuras de riego. Por último, identificaremos las diferencias entre un canal abierto y un canal cerrado.

Como hipótesis nos planteamos: Un canal cerrado con tubería de PVC limita las pérdidas de agua y a su vez es más económico que un canal abierto de concreto simple.

## II. MARCO TEÓRICO

Hay investigaciones similares en otras casas de estudios, gobiernos, entidades privadas, tanto nacionales, cómo internacionales.

Cómo el de Palomino y Taopanta (2015) en su tesis: “MEJORAMIENTO DE LA CONDUCCIÓN, RESERVORIO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LA COMUNIDAD “LAS COCHAS” La investigación busca mejorar la conducción, distribución de agua en la comunidad de las Cochas, para que así el riego sea eficiente y óptimo. Además, como finalidad optimizar las situaciones económicas de los usuarios, mediante la mejora de la infraestructura y la ejecución de un sistema de riego eficiente; logrando el desarrollo de la frontera agrícola, así como maximizar sus productos y crear nuevas fuentes de desarrollo, así como ingresos económicos, esto con el fin de evitar la migración hacia zonas lejanas de sus tierras de origen.

Los pobladores de “Las Cochas”, tienen 20,48 Has aptas para el riego, el mismo que se encuentra localizado en la iglesia de Tabacundo el mismo que está a 65 km de la capital del Ecuador, muestra una topografía llana y cuenta con una cota mínima de 2923,00 m y una cota máxima 2966,32 m. Para ceder de riego en la zona, se realizó un desarenador para que así se pueda eliminar los sedimentos, se cuenta también con un reservorio, el mismo que cuenta con un volumen de 3731,60 m<sup>3</sup>, donde el volumen útil de riego será de 2288,70 m<sup>3</sup>, para la obra se utilizara una tubería de PVC para llevar el agua desde el reservorio hasta la distribución por cada línea alterna.

También tenemos la tesis nacional de Córdova (2014) titulada “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE RIEGO DEL CASERÍO DE MOSSA-DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA-PROVINCIA DE MORROPÓN- PIURA” El objetivo principal del actual estudio de investigación es establecer los contextos de la infraestructura de riego en el caserío de Mossa del Distrito Santa Catalina de Mossa, a fin de optimizar el sistema de riego a través de diseños hidráulicos y estructurales, colectivamente, Además se toma como prioridad el acompañamiento de los comités de usuarios en diversos talleres técnicos por ejemplo. Además, se buscó, la administración, eficacia y repartición del recurso hídrico. Para el estudio se usó una metodología llamada estudio cualitativo y cuantitativo aplicado, basado en

cálculos directos de campo y utilizando el dispositivo correcto, todo esto se él lo hizo con el fin de recalar información real para su tesis.

Los estudios y estimaciones, permitieron precisar la situación actual de la infraestructura de riego del caserío de Mossa, Ello dado que existía la necesidad realizar 5.40 km de canal rectangular, el mismo que incluía obras de arte, para el uso apropiado y racional del recurso hídrico. Así mismo se provee que la frontera agrícola aumentara en 55 ha nuevos cultivos (actualmente es de 175 a 230 ha), Por otra parte, los cultivos que mejor se adaptan a este tipo de terreno son el café que es un cultivo rentable y de envío, y otros como los pastos, caña de azúcar, plátano y frejol.

En la tesis de Cabanillas (2018) titulada “ANÁLISIS COMPARATIVO DE INFRAESTRUCTURAS DE RIEGO DEL CANAL PEÑA DEL ÁGUILA DEL CASERÍO QUESERA, DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA OTUZCO - LA LIBERTAD”, Uno de las dificultades más habitualmente que muestran en los sistemas de riego en los lugares de los andes del país, son las pérdidas de agua que se originan en la conducción y la distribución del líquido; la mayoría de canales en el país están sin revestir. Hay gran variedad de elementos que permiten impermeabilizar los mencionados canales; existe la opción de usar tuberías, concreto, mampostería entre otros, pero demandan conocimientos técnicos y de ingeniería para que así sea convenientemente el tipo y tamaño de la estructura de conducción, de tal modo que sea técnica y administradamente ejecutable.

La presente investigación tuvo por objetivo: Narrar los juicios técnicos y normativos para realizar un análisis y posteriormente una comparación de infraestructuras de riego ya sea de PVC, así como la de concreto. Su ubicación es en el canal Peña del Águila del caserío Quesera, distrito de Usquil, provincia de Otuzco – Departamento de La Libertad, el mismo que cuenta con un caudal de diseño de 0.031.7 m<sup>3</sup>/s. la geometría del de concreto es de 0.3m x 0.4 m y la tubería de PVC es de 10 pulgadas. La velocidad del flujo 0.75 cm/seg, que influyen directamente en el costo final de la infraestructura, pues se sabe que, a mayor velocidad, la sección del canal debe ser menor. El presupuesto de la obra de riego, recubierto con concreto es de S/. 1´467,96381 y para tuberías PVC es 1´310,232.17, el de concreto es 10.74% más económico que el de PVC,

los gastos por defecto y la duración, es equitativamente más rápida la del PVC, que la de concreto.

Bien, para la presente investigación de tesis, se debe conocer ciertos términos y/o conceptos.

Como el de un estudio topográfico; que viene a ser un estudio que consiste en obtener datos topográficos del terreno, para saber la ubicación, elevación, el eje del canal y las demás obras proyectadas. Cuenta con tres etapas, preliminar, trabajo de campo, y finalmente gabinete. Permitiendo así elaborar a detalle los planos topográficos.

Así mismo para García, A., Rosique, M. y Segado (1994), “la topografía es la unión de metodologías para lograr plasmar la parte plana de una parte de la tierra con todos sus pormenores, y de la construcción, del juicio y del manejo de las herramientas necesarias” (p.1)

Los estudios realizados de topografía dependen de la planimetría, terreno, utilizando las medidas de ángulos y distancias. Para enlazar los puntos de estaciones mediante el método de triangulación. Un estudio topográfico se puede ver como la unión de diversas acciones sobre el terreno a tratar, usando para ello equipos, que posteriormente se usaran para para así obtener un plano o representación gráfica. Habiendo dos modalidades, el levantamiento topográfico planimétrico y taquimétrico. El segundo, es un conjunto de operaciones que permitirá obtener las alturas en relación al plano de comparación, aunque no es muy exacta dado que se usa con wincha y no está libre del error humano.

También tenemos que tener en cuenta el estudio hidrológico, que viene a ser el afianzamiento del riego en la agricultura es un aspecto prioritario cuyo desarrollo sostenible está limitado por la escasez de agua y de la agricultura. Existe la probabilidad de incrementar la producción agrícola e infraestructura. El estudio hidráulico, en definitiva, es un documento que define cuáles son los resultados hidráulicos que una obra o proyecto puede llegar a afectar el estado de una cuenca hidrológica que le corresponde. (MINAGRI, 2013, p. 37)

Así mismo, un canal cumple la función de llevar el agua desde la bocatoma hasta la zona agrícola, es de origen artificial, existen muchas variables u tipos de secciones transversales circulares, rectangulares, triangulares, parabólicas, siendo la más utilizada la trapezoidal. (ANA, 2010)

Así mismo dentro de la rama de la hidrología, tenemos a la hidrología aplicada, que trata del estudio de la ingeniería hidráulica y otros aspectos de la hidrología que tratan de aplicar a áreas de desarrollo de recursos hidráulicos. (De la Lanza, 1999, p.15)

Es importante también conocer el término pendiente, en este caso la pendiente longitudinal del fondo del canal, se conoce a través de la topografía y así como la altura de la energía requerida para el flujo de agua, mayormente la pendiente acata el propósito del canal. (Ven Te, 2010)

Como sabemos, los canales pueden estar revestidos, y el concepto de revestimiento es; una capa de algún material con la que se cubre la superficie del canal. Tenemos revestimientos de concreto, que viene a ser la mezcla de cemento, más agregados finos y gruesos (piedra chancada o gravilla) y agua, más aditivos. Los aditivos se utilizan cuando el canal está ubicado en zonas propensas al cambio de temperatura extremos.

Generalmente la mayoría de canales son de sección trapezoidal, el canal en estudio no es la excepción. Sin embargo, la forma rectangular es la más económica, cuando el canal atraviesa una roca sólida. Las secciones pueden ser trapezoidal, rectangular, triangular, parabólica y los canales de primer orden, segundo orden, tercer orden.

Según Rodríguez (2008) la sección transversal, dependerá principalmente del canal a construir. Los cuales generalmente se encuentran revestidos, los cuales mayoritariamente están revestidos de concreto, mampostería, etc.

La toma lateral tiene como función regular el caudal entrante en los campos de cultivos y su velocidad. La elección del método para ingresar el agua desde los canales de distribución a los campos, depende del sistema de riego que se diseñe. (p.4 – 13)

El acero de refuerzo tiene la finalidad de evitar partimientos, rajaduras (grietas) como consecuencia de la variación de temperatura. Este tipo de revestimiento presenta ventajas como la durabilidad, costos de mantenimiento y la capacidad del canal se incrementa puesto que la superficie es relativamente lisa.

El revestimiento de mampostería: Proporciona una excelente capa a los canales, pueden estar cubiertos de piedra, ladrillo, bloques, generalmente se usan cuando la mano de obra es barata y viable.

El PVC es llamado policloruro de vinilo, que viene a ser la unión de cloro, hidrógeno y carbono. La relación del precio, la calidad y funcionalidad hace de este material uno de los más usados en el país. Generalmente tiene un uso que va comprendido entre 15 y 100 años siendo el sector de la construcción quien usa más del 50 % de este material. Se puede usar en canales de irrigación, suelos, sistemas eléctricos, etc.

Pues bien, así como el PVC es un material influyente en las obras de construcción. El estudio de mecánica de suelos es indispensable antes de empezar con la misma.

En un estudio que esté relacionado con canales, puentes, hidráulica, etc. es fundamental y necesario realizar un correcto estudio hidrológico, más aún si estos proyectos están cerca de riegos, lagos, lagunas, mejor dicho, cercanos a masas de agua y en general en toda obra de construcción. El estudio hidrológico, en un documento en el cual se toma las consecuencias hidráulicas que una obra puede tener. Sirviendo para informarnos sobre el comportamiento del agua en una cuenca. Este estudio sirve como decía anteriormente en todo tipo de construcción, siendo necesario por ejemplo en el diseño de carreteras o para beneficio de la población, es decir minimizando el impacto ambiental.

Los canales pueden ser conductos abiertos, (por ejemplo, un canal natural) o cerrados (tuberías) en ambos casos el fluido sigue su camino debido a la acción de la gravedad y sin nada de presión.

El fluido en un canal cerrado no es precisamente flujo en tuberías si tiene una medida libre, puede catalogarse como un flujo en un canal abierto.

La mecánica de suelos, nos ayuda a comprender el tipo de terreno. Habiendo aptos cómo: los suelos granulares (gravas y arenas) y no tan aptos, cómo: los suelos finos (limos y arcillas). Técnicamente en cualquier tipo de suelo se podría construir, pero la relación calidad, precio. Hace a veces ello una hazaña. No es tan rentable construir en una tierra húmeda, debido a que se usarán sistemas de cimentación de costos más elevados. El estudio de suelos sirve para determinar las características de suelo, ver el nivel de capas, ubicación de la capa freática, determinar el nivel de profundidad de la cimentación y por último ello permitirá el diseño, calculo y dosificación al construir una casa, por ejemplo. La pendiente (S), depende del tipo de suelos. La cual está dada por la

topografía y por la altura de energía requerida en el flujo de agua. (Ven Te, 2010)

La pendiente admisible según el tipo de suelo, puede ser: Suelos sueltos, los cuales tienen una pendiente de entre 0.5 – 1.0 %, suelos francos o agrícolas, los cuales tienen una pendiente de 1.5 – 2.5 %, suelos arcillosos, los cuales tienen una pendiente de 3.0 – 4.5 %

Bien así mismo para el diseño de las secciones hidráulicas, se toma en cuenta el material del canal, así como su velocidad tanto máxima, cómo mínima., su coeficiente de rugosidad que depende del material a usar y la pendiente del canal. Para ello usaremos la fórmula de Manning. También sabemos que el ancho de la solera, puede variar entre 0.30 m y 1.0 m para caudales de entre 0.1 y 0.4 m<sup>3</sup>/s respectivamente. (Villón Bejar, 2005)

La eficacia en el sistema de riego, se presenta como la cantidad de agua para uso agrícola, que ingresa por la bocatoma y es captada por una fuente natural, está es conducida por un canal de conducción y derivada por el canal de distribución. Por último, el agua es enviada a las hectáreas de cultivo. Para saber la eficiencia del riego, se necesita encontrar la eficiencia de conducción del canal principal, de los canales laterales y la eficiencia en la aplicación del agua en las hectáreas. Las uniones de estas tres características ayudan a encontrar un sistema de riego de calidad. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación:

Según su finalidad: Aplicada

Según su carácter: Descriptivo comparativo

Según su naturaleza: Cuantitativo

Según su temporalidad: Transversal

##### Diseño de investigación:

Según el diseño de investigación, este proyecto es de tipo fin aplicada, de carácter descriptivo comparativo, de naturaleza cuantitativa y según su temporalidad, transversal.

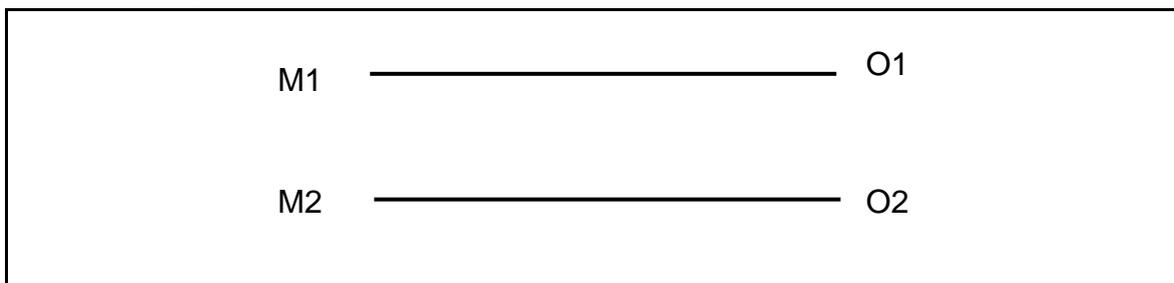


Figura 1: Diseño de Línea de Investigación

Fuente: Elaboración Propia

##### Siendo:

M1: Datos obtenidos en la zona para el canal cerrado

O1: Medidas hidráulicas de un canal cerrado, costos de ejecución.

M2: Datos obtenidos en la zona para el canal abierto

O2: Medidas hidráulicas de un canal abierto, costos de ejecución

#### 3.2 Variables y operacionalización

##### Variable:

Sistema de conducción en el canal de riego el Moro (cuantitativa).

Ver Anexo 1.

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población**

Cómo en todo informe, proyecto o trabajo es necesario saber la muestra a trabajar y la población. En este caso la población beneficiada, es la cantidad de agricultores que cuentan con predios (terrenos), siendo para el caso 285 agricultores en el canal de riego, El Moro, Laredo, Trujillo, La Libertad.

#### **3.3.2 Muestra**

El tramo estudiado tiene una extensión de 12.4 km de longitud, teniendo como ubicación la antes mencionada.

#### **3.3.3 Aspectos generales del área de estudio**

##### **3.3.3.1 Generalidades**

###### **Nombre del Proyecto**

“Análisis comparativo en el sistema de conducción en el canal de riego el Moro - Laredo Trujillo”

###### **Reseña histórica**

La ciudad de Laredo es el uno de los distritos de la Provincia de Trujillo, situada en el Departamento costero de La Libertad, la misma que se encuentra bajo el dominio del Gobierno regional de La Libertad.

Tuvo como primer nombre “la vieja hacienda fue el de San Nicolás”, aproximadamente en el siglo XVIII. Fue el ciudadano español Gaspar Antonio Ramírez de Laredo, alcanzó la hacienda dándole su actual nombre y finalmente se convirtió en una ciudad azucarera. En 1927, la administración de Laredo pasó a los Gildemeister, propietarios de la hacienda más importante de la época Casa Grande en el valle Chicama; sin embargo, en 1937, ante la difícil posición económica de la hacienda, la traspasaron a los Gildemeister. Municipalidad de Laredo. 1 de enero del 2018. Disponible en: <http://www.munilaredo.gob.pe/historia/>

El distrito fue fundado bajo la Ley N.º 137923 del 28 de diciembre de 1961, en la administración del presidente Manuel Prado Ugarteche.

## Ubicación Geográfica

Tabla 1: Ubicación Geográfica

<b>UBICACIÓN</b>	
DEPARTAMENTO	La Libertad
PROVINCIA	Trujillo
DISTRITO	Laredo
<b>LOCALIZACIÓN</b>	
LONGITUD	78°59'6.36"
LATITUD	8° 6' 43.29"
ALTITUD	89 msnm
<b>LÍMITES</b>	
NORTE	Huanchaco, Simbal
ESTE	Poroto, Simbal
SUR	Poroto, Salaverry Trujillo, El Porvenir Moche
<b>CLIMA</b>	
	Cálido
<b>TEMPERATURA</b>	
	30 (máxima) 12.1(mínima)

Fuente: Elaboración Propia

Tiene una extensión de 335.44km<sup>2</sup>, así como una altitud promedio de 89 m.s.n.m, según el censo del año 2017, Laredo cuenta con 37206 habitantes.

### Clima

Se llevó en Trujillo un plan de desarrollo metropolitano (P.E. PLANDEMETRU 2000), el distrito de Laredo muestra un clima semi cálido con tiempos semestrales bien marcado, así como lluvias muy limitadas. Con temperaturas medias anuales que varían entre de 20° C, en invierno de 11° C y en verano de 30° C.

### Vías de Comunicación

El camino el lugar de estudio se da a través de la carretera Trujillo – Otuzco hasta el Km 20 aproximadamente para llegar hasta la toma Moro Vichanzao, en un tiempo de 20 minutos en auto o 45 minutos en el transporte público.

### **Caudal de Diseño**

El caudal de diseño que se usó fue de 1.7 m<sup>3</sup>/s. Los parámetros fueron tomados en cuenta gracias a la información ofrecida por la junta de usuarios de riego de Moche.

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

Algunas técnicas realizadas son:

- Observación del área estudiada.
- Estudios de mecánica de suelos
- Levantamiento topográfico del canal de irrigación el Moro de Laredo.
- Estudio Hidrológico
- Uso de software cómo: AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Hcanales.
- Uso de software cómo: Cropwat 8.0, Excel, S10.

Así mismo para obtener datos se usan estudios cómo:

Levantamiento topográfico:

- Estación total
- Prisma
- Wincha
- Jalón
- GPS

Instrumentos de Laboratorio:

- Tamices
- Bandejas
- Balanza
- Hornos
- Cazazuela Casagrande

Instrumentos de Oficina:

- Laptop
- Impresora
- Plotter
- Cámara digital

Luego de constatar la realidad del Canal de riego El Moro, el procedimiento a seguir fue usar guías, manuales de diseño de canales, confirmado por la AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Para el diseño

de la infraestructura de riego se usaron programas sugerido por la ANA. Así mismo para calcular el presupuesto se usó el programa S10 donde se consideró las partidas y rendimientos de la zona.

Mientras que el estudio de suelos se realizó en el laboratorio de la universidad Cesar Vallejo, por lo que los resultados se encuentran garantizados.

### **Validez y Confiabilidad**

Estos métodos fueron valorados por el especialista del tema, el que tiene cabida para su evaluación.

### **3.5 Procedimientos**

Los datos se obtuvieron de campo, y tuvo un análisis tanto cualitativo, cómo cuantitativo. Además de tomar la guía del ANA y libros.

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

Para el estudio y cálculo se usó AutoCAD, AutoCAD Civil 3D para realizar la topografía del terreno, así como. Hcanales para hacer el diseño hidráulico, Así como el software Cropwat 8.0 para realizar el cálculo de la evapotranspiración en el estudio hidrológico., Excel, así como S10.

### **3.7 Aspectos éticos**

Para la obtención de datos, se usó información real, verídica, clara y honesta. La parte ética de todo ingeniero civil, es necesaria para realizar obras sostenidas, equilibradas y de garantía. Cuidando el medio ambiente, buscando el desarrollo sostenible. Orientando los valores éticos de respeto y de responsabilidad social, es por ello que la tesis cuenta con datos verídicos, respetando la propiedad intelectual del autor, con ello dando confianza, honestidad.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Estudio Topográfico**

#### **4.1.1 Generalidades**

El estudio de la topografía ha sido la primera parte de los estudios técnicos y descriptivos realizados en el terreno. Este ha permitido llevar acabo la representación gráfica del área en mención. (Ver anexo 1: Planos de perfiles longitudinales, secciones transversales), siendo esta información única para el diseño geométrico de la infraestructura hidráulica y sus obras de arte. Este estudio permite cuantificar el volumen de la obra, puntos de control, y los niveles en la etapa de ejecución de la obra.

La topografía además permite precisar la ubicación y las dimensiones de las estructuras proyectadas, el área de influencia de la obra, etc.

Para realizar un análisis comparativo en el análisis de conducción en el canal de riego, el estudio en mención se dividió en cuatro fases:

- Compilación de información
- Vista del área.
- Levantamiento Topográfico.
- Trabajo en oficina.

#### **4.1.2 Objetivos**

La realización del estudio topográfico tiene como objetivo determinar los puntos necesarios para plasmar el terreno en una representación gráfica de manera real. Así cómo ver el tamaño y el área del proyecto en estudio.

#### **4.1.3 Reconocimiento del terreno**

Se hizo un recorrido de Cerro Blanco a Laredo, en dos etapas. Una vez conocida el trayecto del canal (inicio- fin), nos agenciamos de un GPS el cual sirvió para tomar las coordenadas UTM de aquellas pendientes ligeramente pronunciadas, ubicación de hitos. La información se obtuvo visualmente y participativamente. El recorrido nos permitió obtener detalles del estudio cómo:

- Determinación del eje del canal, punto inicial y final (georreferenciados con GPS)
- Probable ubicación de las obras de arte.

Para realizar la tesis en mención, solicitamos información proveniente de la Junta de usuarios de riego del Moro, La municipalidad de Laredo. Junta de usuarios de La Libertad, quienes nos facilitaron información (expediente técnico) así como los agricultores de Cerro Blanco (lugar donde inicia el canal) y Laredo, siendo la población la que nos orientó el trayecto del canal, las áreas de cultivo, las vías de comunicación y algunos problemas sociales.

#### 4.1.4 Redes de apoyos

Este permitió graficar el polígono y las peculiaridades superficiales del área. La ubicación geográfica en base a las coordenadas UTM, las medidas del canal, la altura sobre el nivel del mar. Y desde luego permitió saber el desnivel del terreno en estudio.

El levantamiento planimétrico se ejecutó con los siguientes límites de precisión:

**Tabla 2: Límite de precisión para el plano**

Descripción	Escala	
	1:500	1:1000
<b>Puntos por ha (en media) Detalles planimétricos compatibles con la escala</b>	50	36
<b>Espacio entre secciones</b>	10 m	20 m
<b>Planimetría</b>	0.2 m	0.3 m
<b>Tolerancia Altimétrica</b>	5 cm	10 cm

Fuente: Libro Topografía II, Ing. José Benjamín Torres Tafur

#### 4.1.4.1 Criterios para determinar la topografía del terreno

Verificamos la zona en estudio, las particularidades del terreno, su estado, hipotéticos lugares donde se colocarían las estaciones, en donde irían las compuertas según el área de cultivo, la accesibilidad del canal (para evitar cualquier dificultad al momento de usar los equipos). Se usó los criterios establecidos en la siguiente tabla.

**Tabla 3:** *Tipo de topografía*

<b>Angulo del terreno respecto a la horizontal</b>	<b>Tipo de Topografía</b>
<b>0 -10</b>	<b>Llana</b>
<b>10 - 20</b>	<b>Ondulada</b>
<b>20 - 30</b>	<b>Accidentada</b>
<b>Superior a 30°</b>	<b>Montañosa</b>

Fuente: Libro Topografía II, Ing. José Benjamín Torres Tafur

#### 4.1.5 Metodología de Trabajo

Se usó la planimetría y taquimetría, dado que su empleo facilita las distancias, direcciones y diferencias de elevación, desde una misma estación y con la precisión correcta.

##### 4.1.5.1 Preparación y organización

Preparamos y organizamos el itinerario de trabajo (equipos-herramientas) y recursos humanos (dos personas más adicionales a los tesisistas). Previamente se les enseñó el correcto manejo del mismo, finalmente se usó el método taquimétrico, de poligonal abierta y radiación.

- Trípode. Norma Técnica peruana (Perú). E30, of 10: Mapa de zonificación sísmica del Perú.

- Estación Total(marca)
- Tres primas
- 2 winchas de 50 metros
- 1 winchas de 20 metros
- Estacas

#### **4.1.5.2 Trabajo de Campo**

El trabajo de campo se llevó durante 12 días, durante 8 horas diarias. El terreno fue llano se ejecutó un levantamiento altimétrico para establecer la ubicación de las obras de arte y las pendientes de trabajo. La señalización se hizo con una estaca en los puntos señalados de la estación. Con los puntos de estación, se hizo una poligonal abierta. Hecho en lugares en los cuales el acceso era limitado. Para efectuar el levantamiento topográfico se usó 01 Estación Total, 01 GPS, y 02 prismas, libreta. Y los operarios, en este caso dos ayudantes y los tesistas. Para desarrollar el levantamiento topográfico, se tomaron dos puntos con la ayuda del GPS, los cuales fueron insertadas en la estación total, los cuales sirvieron de BMs ubicados en los puntos de la captación, compuertas, es decir puntos estables(fijos). Para anotar los datos se empelo libretas de campo, en las que se anotaron las diferentes lecturas de los puntos topográficos.

Se realizó el trabajo de campo 8 horas al día, durante la mañana y la tarde, luego la información recopilada se pasó a la computadora, para analizar los datos mencionados, siendo estos necesarios para obtener los planos topográficos a la escala.

#### **4.1.6 Trabajo de Gabinete**

Una vez realizado el trabajo de campo, los datos encontrados pasaron al software de uso conocido llamado AutoCAD civil 3D. Posteriormente se generaron curvas de nivel a 1m, teniendo cómo escala 1:1000

**Tabla 4: Tabla de los BM**

<b>TABLA DE BM'S</b>				
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COORDENADAS</b>		<b>COTA</b>
		<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	
1	BM 1	724779.017	9107485.219	152.30
2	BM 2	725185.736	9107617.772	153.50
3	BM 3	725280.408	9107430.004	155.06
4	BM 4	725396.089	9107222.195	158.00
5	BM 5	725570.377	9107270.108	159.00
6	BM 6	725751.233	9106993.768	159.00
7	BM 7	726052.813	9106742.953	160.00
8	BM 8	726413.779	9106608.379	161.00
9	BM 9	727170.573	9106600.725	162.00
10	BM 10	727328.624	9106929.468	163.00
11	BM 11	727746.965	9106809.065	166.00
12	BM 12	728088.166	9106904.827	167.00
13	BM 13	728653.147	9106949.969	169.00
14	BM 14	729432.006	9107076.033	172.00
15	BM 15	730107.108	9106631.041	174.00
16	BM 16	732284.239	9106446.469	178.00
17	BM 17	732976.095	9106391.109	179.00
18	BM 18	733813.801	9106204.564	185.00
19	BM 19	734032.575	9106074.185	189.00

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5: Tabla de estaciones**

<b>TABLA DE ESTACIONES</b>				
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUADRO DE DATOS</b>		<b>COTA</b>
		<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	
1	E1	724828.952	9107523.466	152.21
2	E2	724963.361	9107608.915	152.32
3	E3	725008.219	9107606.211	152.42
4	E4	725103.383	9107638.971	152.45
5	E5	725151.796	9107620.036	152.46
6	E6	725200.135	9107609.021	153.51
7	E7	725214.724	9107537.859	154.32
8	E8	725236.717	9107428.404	155.43
9	E9	725270.587	9107425.39	155.45
10	E10	725389.034	9107212.27	158.00
11	E11	725465.937	9107219.181	158.00
12	E12	725503.979	9107302.387	159.00
13	E13	725578.211	9107255.849	159.00
14	E14	725590.727	9107200.041	159.00

15	E15	725650.426	9107197.159	159.00
16	E16	725591.065	9107144.502	159.00
17	E17	725758.504	9106977.978	159.00
18	E18	726051.061	9106758.219	160.00
19	E19	726347.676	9106673.502	160.00
20	E20	726749.402	9106552.767	162.00
21	E21	726844.34	9106568.121	162.00
22	E22	727074.875	9106644.852	162.00
23	E23	727184.799	9106600.247	162.00
24	E24	727293.429	9106635.727	162.00
25	E25	727244.03	9106697.629	163.00
26	E26	727334.667	9106715.723	163.00
27	E27	727331.7	9106930.246	163.00
28	E28	727394.036	9106936.339	164.00
29	E29	727394.076	9106840.715	164.00
30	E30	727451.785	9106738.631	164.00
31	E31	727560.031	9106770.167	165.00
32	E32	727540.396	9106835.524	165.00
33	E33	727601.06	9106835.576	165.00
34	E34	727653.089	9106771.44	166.00
35	E35	727665.989	9106800.857	166.00
36	E36	727743.385	9106805.215	166.00
37	E37	727821.487	9106849.886	166.00
38	E38	727969.758	9106750.694	166.00
39	E39	727994.363	9106824.941	166.00
40	E40	728023.931	9106820.864	166.00
41	E41	728051.914	9106893.447	167.00
42	E42	728159.699	9106905.465	167.00
43	E43	728179.355	9106849.893	167.00
44	E44	728153.796	9106820.178	168.00
45	E45	728266.594	9106695.616	168.00
46	E46	728330.181	9106743.469	168.00
47	E47	728294.894	9106847.944	168.00
48	E48	728401.253	9106864.091	168.00
49	E49	728437.483	9106820.023	169.00
50	E50	728582.583	9106813.71	169.00
51	E51	728666.556	9106883.225	169.00
52	E52	728661.611	9106967.066	170.00
53	E53	728741.22	9106951.729	170.00
54	E54	728937.491	9107039.666	170.00
55	E55	729094.636	9106862.088	171.00
56	E56	729107.3	9106921.372	171.00
57	E57	729147.435	9106859.779	171.00
58	E58	729269.466	9106880.402	172.00
59	E59	729392.209	9107051.61	172.00

60	E60	729448.686	9107085.551	172.00
61	E61	729493.412	9107131.177	172.00
62	E62	729522.801	9107109.17	172.00
63	E63	729498.527	9107057.686	172.00
64	E64	729548.965	9106978.582	173.00
65	E65	729741.788	9106953.189	173.00
66	E66	729798.255	9106832.053	174.00
67	E67	729986.481	9106640.1	174.00
68	E68	730128.156	9106633.918	174.00
69	E69	730385.297	9106530.198	175.00
70	E70	730732.229	9106577.091	176.00
71	E71	730867.556	9106494.378	176.00
72	E72	730942.63	9106519.379	176.00
73	E73	731124.916	9106427.074	176.00
74	E74	731194.758	9106450.874	176.00
75	E75	731229.692	9106380.042	176.00
76	E76	731277.083	9106384.443	176.00
77	E77	731310.972	9106418.505	176.00
78	E78	731404.977	9106323.352	176.00
79	E79	731529.073	9106308.588	176.00
80	E80	731620.731	9106374.029	176.00
81	E81	731617.143	9106423.359	176.00
82	E82	731649.101	9106419.296	177.00
83	E83	731657.546	9106396.129	177.00
84	E84	731787.914	9106383.633	177.00
85	E85	731843.335	9106418.548	178.00
86	E86	732001.346	9106442.581	178.00
87	E87	732166.626	9106461.817	178.00
88	E88	732217.93	9106432.051	178.00
89	E89	732293.267	9106448.426	178.00
90	E90	732349.698	9106474.252	178.00
91	E91	732428.599	9106468.68	178.00
92	E92	732446.86	9106499.225	178.00
93	E93	732557.211	9106504.274	178.00
94	E94	732600.606	9106472.547	178.00
95	E95	732818.329	9106407.602	179.00
96	E96	733003.11	9106378.007	179.00
97	E97	733263.443	9106221.628	180.00
98	E98	733461.804	9106200.218	180.00
99	E99	733798.628	9106211.69	185.00
100	E100	734020.266	9106081.066	189.00

Fuente: Elaboración Propia

## **4.2 Estudio de Mecánica de suelos**

### **4.2.1 Generalidades**

El terreno está ubicado en el distrito de Laredo, el proyecto de investigación se titula, "Análisis comparativo en el sistema de conducción en el canal de riego El Moro- Laredo – Trujillo". Para llevar el estudio de suelos a cabo se ha realizado calicatas a cada 1000 m a lo largo del eje del canal en estudio, a una profundidad de 1.0 m.

En cada calicata se tomó 5 kg de muestra de suelo, se recopiló la información, ubicación y se ejecución de las calicatas, así mismo cómo los ensayos respectivos. Las que fueron colocadas en bolsas selladas herméticamente, que posteriormente fueron dirigidas al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

### **4.2.2 Objetivos**

La finalidad del estudio es investigar las propiedades físico mecánicas del suelo, para ello se utilizó 12 calicatas a una profundidad de 1.0 m.

- Determinar el perfil estratigráfico del suelo del canal el Moro.
- Determinar mediante ensayos, las propiedades físicas del suelo cómo: Granulometría, límites de Atterberg, peso unitario, humedad y capacidad portante.

### **4.2.3 Sismicidad de la zona**

En concordancia con la norma técnica peruana E-030, de diseño sísmo resistente.

Se concluye que el terreno se encuentra en una zona sísmica (Zona 4), existiendo la posibilidad de sismos de gran envergadura, siendo Trujillo lugar altamente sísmico con magnitudes de 8.4 Mw, cómo el del 14 de febrero del 1619, y con intensidades superiores a VIII en la escala de Mercalli.

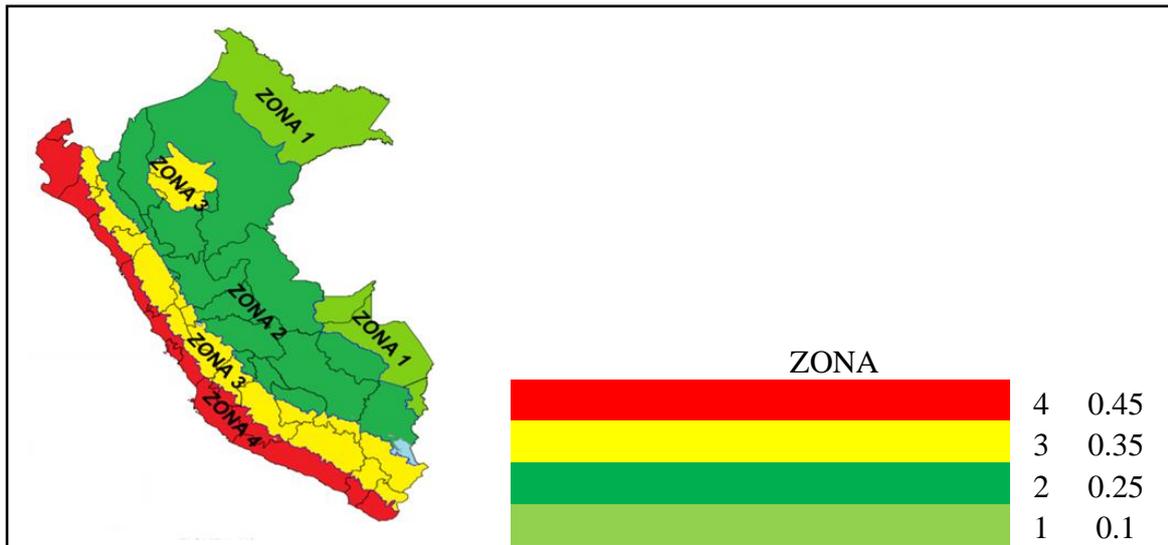


Figura 3: Mapa de zonas sísmicas del Perú

Fuente: NT E-030 (2018)

Según la norma técnica peruana (NT E-030) y las características del suelo se recomienda usar los siguientes parámetros:

Donde:

Z= 0.45 el factor de la zona.

S= 1.05 Factor de ampliación del suelo

#### 4.2.4 Trabajo de Campo

##### 4.2.4.1 Excavaciones

Se realizaron 12 calicatas ver tabla 7, a una profundidad de 1.50 metros y separadas cada 1.00 k a 1.50 km, partiendo de la progresiva 00+000; y un área de 1.00 de ancho y largo. Se usó 02 palanas y 02 barretas, guantes, bolsas herméticas, así como mascarillas para el polvo.

**Tabla 6:** Descripción de las calicatas

N°	Progresivas (km)	Descripción	Profundidad
C - 01	1+000.00	Captación	1.50 m
C - 02	2+000.00		1.50 m

<b>C - 03</b>	3+000.00		1.50 m
<b>C - 04</b>	4+000.00		1.50 m
<b>C - 05</b>	5+000.00		1.50 m
<b>C - 06</b>	6+000.00		1.50 m
<b>C - 07</b>	7+000.00		1.50 m
<b>C - 08</b>	8+000.00		1.50 m
<b>C - 09</b>	9+000.00		1.50 m
<b>C - 10</b>	10+000.00		1.50 m
<b>C - 11</b>	11+000.00		1.50 m
<b>C - 12</b>	12+000.00		1.50 m

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7:** *Tabla de calicatas*

<b>TABLA DE CALICATAS</b>			
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
1	CAL 1	725008.856	9107611.73
2	CAL 2	725587.681	9107150.01
3	CAL 3	726494.505	9106615.57
4	CAL 4	727196.056	9106606.33
5	CAL 5	727810.845	9106840.66
6	CAL 6	728363.424	9106865.02
7	CAL 7	729097.156	9106917.97
8	CAL 8	729802.32	9106827.65
9	CAL 9	730519.418	9106537.68
10	CAL 10	731378.081	9106336.62
11	CAL 11	732492.789	9106504.38
12	CAL 12	734024.447	9106095.46

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.4.2 Toma y Transporte de Muestras**

De las calicatas en estudio se extrajeron muestras registradas, las mismas que fueron colocadas en bolsas herméticas, éstas muestras fueron llevadas al laboratorio de Suelos de la UCV, ubicada en el distrito trujillano de Moche.

## 4.2.5 Trabajo de Laboratorio

### 4.2.5.1 Análisis Granulométrico

En este ensayo se considera que las muestras del suelo seco deben estar en proporciones relativas desde 3" a < 200. (ASTM-D-422)

**Tabla 8:** Descripción del análisis granulométrico

N°	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C – 01	46.73	48.57	4.70
C – 02	1.64	51.91	48.45
C – 03	3.25	53.46	43.28
C – 04	18.09	38.51	43.40
C – 05	20.78	37.63	41.59
C – 06	12.92	37.63	31.55
C – 07	7.30	63.70	29.00
C – 08	0.19	37.14	62.88
C – 09	4.55	50.76	44.70
C – 10	4.51	81.84	13.66
C – 11	2.51	87.62	9.87
C – 12	0.19	16.33	83.48

Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.5.2 Contenido de Humedad

Aquí se establece la cantidad de agua actual en la muestra del suelo en términos de su peso seco. (ASTM-D-854)

**Tabla 9:** Descripción del contenido de humedad

N°	Humedad (%)
C – 01	2.55
C – 02	3.95
C – 03	13.73
C – 04	6.09
C – 05	4.46
C – 06	9.45
C – 07	4.79

<b>C – 08</b>	22.12
<b>C – 09</b>	10.63
<b>C – 10</b>	0.98
<b>C – 11</b>	0.86
<b>C – 12</b>	15.42

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.5.3 Límite de Atterberg

Límite Líquido: ASTM-D- 423

Límite Plástico: ASTM-D-424

Son todos los ensayos de suelo que pasan por la malla N° 400. La producción de los límites líquido y plástico de una muestra de suelo en encontrar un parámetro nuevo que es el llamado índice de plasticidad.

**Tabla 10:** *Límites de Atterberg*

<b>N°</b>	<b>Límite Líquido (%)</b>	<b>Límite Plástico (%)</b>	<b>Índice de Plasticidad(%)</b>
<b>C – 01</b>	NP	NP	NP
<b>C – 02</b>	27.00	21.00	6.00
<b>C – 03</b>	26.00	24.00	2.00
<b>C – 04</b>	28.00	26.00	2.00
<b>C – 05</b>	27.00	24.00	3.00
<b>C – 06</b>	39.00	30.00	9.00
<b>C – 07</b>	24.00	21.00	3.00
<b>C – 08</b>	27.00	24.00	3.00
<b>C – 09</b>	25.00	23.00	2.00
<b>C – 10</b>	20.00	18.00	2.00
<b>C – 11</b>	22.00	21.00	1.00
<b>C – 12</b>	35.00	32.00	3.00

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.5.4 Clasificación de los suelos

Los suelos se clasifican como suelos gruesos cuando pasan la malla N° 200 y más del 50 % de sus partículas. Y los suelos finos cuando no pasan el 50 % de sus partículas la malla N° 200.

## 4.2.6 Características del Proyecto

### 4.2.6.1 Perfil Estratigráfico

Se hicieron 12 calicatas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, C-07, C-08, C-09, C-10, C-11, C-12. Cómo se observa en los resultados del laboratorio de suelos de la UCV.

**Tabla 11:** *Nomenclatura SUCS*

PRIMERA LETRA		SEGUNDA LETRA	
SÍMBOLO	DEFINICIÓN	SÍMBOLO	DEFINICIÓN
<b>G</b>	Grava	<b>P</b>	Pobremente graduado
<b>S</b>	Arena	<b>W</b>	Bien graduado
<b>M</b>	Limo	<b>H</b>	Alta plasticidad
<b>C</b>	Arcilla	<b>L</b>	Baja plasticidad
<b>O</b>	Orgánico		

Fuente: Classification of Soils for Engineering Purposes

**Tabla 12 :** *Descripción del perfil estratigráfico*

N°	SUCS	AASHTO	% de Finos AASHTO
<b>C - 01</b>	SP (arena mal graduada)	A-1 a (Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente)	4.70
<b>C - 02</b>	SM-SC (arena limo - arcillosa)	A-4 (Suelo limoso/ regular a malo)	46.45
<b>C - 03</b>	SM (arena limosa)	A-4 (Suelo limoso/ regular a malo)	43.28
<b>C - 04</b>	SM (arena limosa con grava)	A-4 (Suelo limoso/ regular a malo)	43.40
<b>C - 05</b>	SM (arena limosa con grava)	A-4 (Suelo limoso/ regular a malo)	41.59

<b>C - 06</b>	SC (arena arcillosa)	A-2-4(Grava y arena limo o arcillosa/excelente a bueno)	31.55
<b>C - 07</b>	SM (arena limosa)	A-2-4(Grava y arena limo o arcillosa/excelente bueno)	29.00
<b>C - 08</b>	ML (limo arenoso)	A-4 (Suelo limoso/regular a malo)	62.68
<b>C - 09</b>	SM (arena limosa)	A-4 (Suelo limoso/regular a malo)	44.70
<b>C - 10</b>	SM (arena limosa)	A-2-4(Grava y arena limo a arcillosa/excelente a bueno)	13.66
<b>C - 11</b>	SP - SM (arena mal graduada – con limo)	A-2-4(Grava y arena limo o arcillosa/excelente a bueno)	9.87
<b>C - 12</b>	ML (limo arenoso)	A-4 (Suelo limoso/regular a malo)	8.48

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.7 Análisis de los resultados en laboratorio

Análisis Mecánico por Tamizado (MTC E 107-2000- ASTM D422- AASHTO T 88) la cual ayuda a hallar cualitativamente la distribución de tamaños de partículas del suelo estudiado. (Ver anexo 2)

**Tabla 13: Resumen de Resultados**

<b>N° de Calicatas</b>		<b>C-01</b>	<b>C-02</b>	<b>C-03</b>	<b>C-04</b>	<b>C-05</b>	<b>C-06</b>
<b>Descripción</b>		1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		2.55	3.95	13.73	6.09	4.46	9.45
<b>Límite de Atterberg</b>	<b>LL%</b>	NP	27	26	28	27	39
	<b>LP%</b>	NP	21	24	26	24	30
	<b>IP%</b>	NP	6	2	2	3	9
<b>Clasificación de la muestra</b>	<b>SUCS</b>	SP	SM-SC	SM	SM	SM	SC
	<b>AASHTO</b>	A-1	A-4	A-4	A-4	A-4	A-2-4
<b>Descripción de la muestra</b>	<b>SUCS</b>	Arena mal graduada	Arena Limo-arcillosa	Arena Limosa	Arena Limosa con grava	Arena Limosa con grava	Arena Arcillosa
	<b>AASHTO</b>	Fragmentos de roca	Suelo Limoso	Suelo Limoso	Suelo Limoso	Suelo Limoso	Grava y arena limo o
		Arena y grava muy buena	Regular a malo	Regular a malo	Regular a malo	Regular a malo	Arcillosa excelente bueno

Fuente: Elaboración Propia

<b>N° de Calicatas</b>		<b>C-07</b>	<b>C-08</b>	<b>C-09</b>	<b>C-10</b>	<b>C-11</b>	<b>C-12</b>
<b>Descripción</b>		1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m	1.5 m
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		4.79	22.12	10.63	0.98	0.86	15.42
<b>Límite de Atterberg</b>	<b>LL (%)</b>	24	27	25	20	22	35
	<b>LP (%)</b>	21	24	23	18	21	32
	<b>IP (%)</b>	3	3	2	2	1	3
<b>Clasificación de la muestra</b>	<b>SUCS</b>	SM	ML	SM	SM	SP-SM	ML
	<b>AASTHO</b>	A-2-4	A-4	A-4	A-2-4	A-2-4	A-4
<b>Descripción de la muestra</b>	<b>SUCS</b>	Arena Limosa	Arena Arenosa	Arena Limosa	Arena Limosa	Arena mal graduada- limo	Limo Arenoso
	<b>AASTHO</b>	Grava y arena limo o	Suelo limoso /	Suelo limoso /	Grava y arena limo o	Grava y arena limo o	Suelo limoso /
		arcillosa/excelente bueno	Regular a malo	Regular a malo	arcillosa/excelente bueno	arcillosa/excelente bueno	Regular a malo

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 14:** Resumen de Análisis por tamizado

N° TAMIZ	% QUE PASA	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06
3"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	95.26
1"	%	91.51	100.00	100.00	91.99	92.83	95.26
3/4"	%	81.67	100.00	98.52	87.95	88.13	92.84
1/2"	%	69.90	100.00	97.61	86.22	84.85	90.77
3/8"	%	65.87	99.34	97.43	84.33	82.86	89.43
1/4"	%	58.35	96.69	97.01	82.84	80.47	87.89
N° 4	%	53.27	98.36	96.75	81.91	79.22	87.08
N° 8	%	42.03	97.17	95.67	79.61	77.17	82.90
N° 10	%	39.53	96.80	95.26	79.04	76.70	81.26
N° 16	%	33.15	95.20	93.06	75.03	75.07	72.26
N° 20	%	30.22	93.11	89.89	73.47	74.41	65.83
N° 30	%	28.20	88.90	82.93	70.15	72.94	57.09
N° 40	%	26.80	83.68	73.60	66.34	70.86	50.70
N° 50	%	25.57	76.38	67.65	62.16	67.54	44.12
N° 60	%	24.63	70.93	62.72	60.04	65.23	41.18
N° 80	%	16.13	60.76	55.47	54.12	55.97	36.15
N° 100	%	10.56	57.70	52.09	51.76	52.53	34.17
N° 200	%	4.70	46.45	43.28	43.20	41.59	31.55
N° < 200	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N° TAMIZ	% QUE PASA	C-07	C-08	C-09	C-10	C-11	C-12
3"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	%	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1"	%	98.13	100.00	100.00	98.51	100.00	100.00
3/4"	%	96.77	100.00	100.00	97.10	100.00	100.00
1/2"	%	95.31	100.00	100.00	96.45	100.00	100.00
3/8"	%	94.54	100.00	100.00	96.11	100.00	100.00
1/4"	%	93.41	99.97	96.76	95.81	98.83	99.84
N° 4	%	92.70	99.81	95.46	95.50	98.13	99.81
N° 8	%	90.08	98.90	94.45	93.78	97.49	99.58
N° 10	%	89.08	98.60	94.18	92.81	94.98	99.49
N° 16	%	85.35	97.69	93.33	86.69	93.86	99.08
N° 20	%	82.69	97.02	92.63	84.13	87.39	98.67

<b>N° 30</b>	<b>%</b>	79.79	96.15	91.52	78.81	84.50	98.08
<b>N° 40</b>	<b>%</b>	75.88	94.55	89.90	73.34	79.01	97.51
<b>N° 50</b>	<b>%</b>	72.25	90.60	85.69	66.37	49.90	96.90
<b>N° 60</b>	<b>%</b>	70.18	86.16	81.34	62.23	40.60	96.50
<b>N° 80</b>	<b>%</b>	60.14	80.73	71.13	39.68	18.74	95.54
<b>N° 100</b>	<b>%</b>	45.79	73.03	56.36	29.58	16.89	89.33
<b>N° 200</b>	<b>%</b>	29.00	62.68	44.70	13.66	9.87	83.48
<b>N° &lt; 200</b>	<b>%</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

## **4.3 Estudio Hidrológico**

### **4.3.1 Generalidades**

El riego para la agricultura es un aspecto importante, el cual se ve influenciado por el volumen de agua. Con obras de gran envergadura e infraestructura de calidad la producción agrícola aumentará, aprovechando al máximo los terrenos costeros de Laredo.

La hidrología tiene como fin determinar el caudal, el que servirá para reforzar la calidad de agua, manejo de cuencas, el diseño y la operación. Esta información se obtuvo del (SENAMHI)- Estación meteorológica Laredo, donde obtuvimos los datos históricos de las precipitaciones de 25 años, (Ver anexo 1), las temperaturas máximas y mínimas, la evaporación, evapotranspiración, etc.

### **4.3.2 Objetivo del estudio**

La cantidad de agua con la que disponga el canal, es decir los caudales máximos y mínimos sirven para planear el diseño hidráulico.

En este caso el área a regar es de 1133 hectáreas distribuidas en:

- maíz
- caña de azúcar
- yuca y otros.

Pues bien, para que el uso del agua sea eficiente y se logre regar sin mayores dificultades los terrenos en mención es necesario que se dé una apropiada disponibilidad de agua para riego, una gestión eficiente de riego y uso de técnicas de riego apropiado.

### **4.3.3 Parámetros del estudio hidrológico**

#### **4.3.3.1 Fuente y Caudal de agua**

Al presente el comité de usuarios del Canal de Riego el Moro cuenta con una licencia de uso del agua por parte de la Autoridad Nacional del Agua- ANA con resolución N° 615-2010-ANA/ALAMVCH del 23 de Julio del 2010, donde se hace de conocimiento que la fuente del agua es el río Moche, en donde se le asigna 1.7 m<sup>3</sup>/s

#### 4.3.3.2 Información meteorológica y climatológica

Para la actual tesis se tomó información de la estación Trujillo, monitoreada por el servicio nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (SENAMHI).

**Tabla 15:** Estación Meteorológica

Nombre de la estación Meteorológica	Ubicación				
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Departamento	Provincia
Sinsicap	8° 6' 43.29"	78°59'6.36"	44	La Libertad	Trujillo

Fuente: MINAG- GRALL- LA LIBERTAD

**Tabla 16:** Registro de los datos meteorológicos promedios mensuales. Registrado en la estación meteorológica de Sinsicap. (Los registros históricos ver Anexo 2)

Variable	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máx °C	28.4	29.2	28	27.8	25.6	22.4	23.2	22.1	22.2	23.6	24.7	23.7
Temperatura mín °C	16	16.6	16.2	15.2	14	14	13.8	13.1	12.1	12.5	13.8	20.6
Temperatura m (°C)	22.2	22.9	22.1	21.5	19.8	18.2	13.7	13.5	17.1	18.5	19.2	22.1
Precipitación (mm)	13.5	16.6	14.5	17.6	10.1	3.30	4.2	4.9	5.1	10.8	8.6	15.2
Humedad (%)	82.7	80.9	87.1	86.1	87.5	87.6	88.9	88.4	87.6	82.5	82.8	83.0

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 16, se puede observar que la precipitación pluvial mínima es de 3.30 mm en el mes de julio y la máxima alcanza 16.62 mm en el mes de febrero. Así mismo la temperatura máxima varía de 29.2 C° en febrero 12.1 en septiembre C° con respecto a la mínima y la menor humedad relativa se da entre los meses de enero y febrero con 82.7 % y 80.9 % respectivamente.

#### 4.3.3.3 Cédula de cultivo propuesta

La cedula de cultivo se estableció de acuerdo a los modelos hechos en campo, éstos antecedentes se han cotejado con las informaciones y encuestas a la población de Laredo y Cerro Blanco. Está cedula cuenta con los cultivos importantes de bajo riego, la unión de las áreas cultivadas relacionadas al tipo de cultivo. La cual fue tratada en los 12 meses del año de acuerdo a los periodos vegetativos para cada cultivo. Para el actual estudio se ha tomado los tres cultivos más comunes que son la caña de azúcar, maíz y yuca y a menor medida árboles frutales y pan llevar

(cebolla, papa, etc. productos llevados a la mesa directamente sin proceso de industrialización).

**Tabla 17: Cédula de cultivo y Calendario Agrícola**

Cultivo Base	ÁreaHa	kc											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Caña de azúcar	400	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	R
Maíz	250	B	B	B	B	R	R	R	R	R	B	B	B
Yuca	200	B	B	B	B	B	B	B	B	B	R	B	B
Frutales	25	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Pan llevar	258	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Total	1133	1133	1133	1133	1133	733	1133	1133	1108	1108	1108	708	1133

Donde:

B: Base; R: Rotación

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.3.4 Coeficiente de cultivo de uso consuntivo

Cálculo de la demanda de agua para una cedula de cultivo por Hargreaves

**Tabla 18: Coeficientes de Cultivo**

Porcentaje de crecimiento	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G	Grupo H
0%	0	0	0	0	0	0	0	0
5%	0.20	0.15	0.12	0.08	1.00	0.60	0.55	0.90
10%	0.36	0.27	0.22	0.15	1.00	0.60	0.60	0.92
15%	0.50	0.38	0.30	0.19	1.00	0.60	0.65	0.95
20%	0.64	0.48	0.38	0.27	1.00	0.60	0.70	0.98
25%	0.75	0.56	0.45	0.33	1.00	0.60	0.75	1.00
30%	0.84	0.63	0.50	0.40	1.00	0.60	0.80	1.03
35%	0.92	0.69	0.55	0.46	1.00	0.60	0.85	1.06
40%	0.97	0.73	0.58	0.52	1.00	0.60	0.90	1.08
45%	0.99	0.74	0.60	0.58	1.00	0.60	0.95	1.10
50%	1.00	0.75	0.60	0.65	1.00	0.60	1.00	1.10
55%	1.00	0.75	0.60	0.71	1.00	0.60	1.00	1.10
60%	0.99	0.74	0.60	0.77	1.00	0.60	1.00	1.10
65%	0.96	0.72	0.58	0.82	1.00	0.60	0.95	1.10
70%	0.91	0.68	0.55	0.88	1.00	0.60	0.90	1.05
75%	0.85	0.64	0.51	0.90	1.00	0.60	0.85	1.00
80%	0.75	0.56	0.45	0.90	1.00	0.60	0.80	0.95
85%	0.60	0.45	0.36	0.80	1.00	0.60	0.75	0.90
90%	0.46	0.35	0.28	0.70	1.00	0.60	0.70	0.85
95%	0.28	0.21	0.17	0.60	1.00	0.60	0.55	0.80
100%	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Hidrología Aplicada.

- Grupo A.- Lentejas, maíz, algodón, papas, tomate.
- Grupo B.- Olivo, durazno, cirolero, nogal, frutales caducos.
- Grupo C.- Hortalizas, almendros.
- Grupo D.- Espárragos, cereales.
- Grupo E.- Pastos, trébol, cultivos de cobertura, plátano.
- Grupo F.- Naranja, limón, toronja. Y otros cítricos.
- Grupo G.- Caña de Azúcar, alfalfa.
- Grupo H.- Arroz.

Fuente: Ven te (1994)

Hallazgo del porcentaje de cada cultivo en base al área total.

Manera para encontrar la evapotranspiración real de demanda de agua para una cédula de cultivo.

**Tabla 19:** Cultivos y sus respectivas áreas

Caña de azúcar	400	Has.	35.30 %	Ciclo Vegetat.	11 meses
Maíz	250.0	Has.	22.07 %	Ciclo Vegetat.	4 meses
Yuca	200.0	Has.	17.65 %	Ciclo Vegetat.	9 meses
Fruta	25.0	Has.	2.21 %	Ciclo Vegetat.	permanente
Pan llevar	258	Has.	22.77 %	Ciclo Vegetat.	permanente
<b>TOTAL</b>	<b>1133.0</b>	<b>Has.</b>	<b>100 %</b>		

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 20:** Coeficiente de cultivo mensual y ponderado

Cultivo Base	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Caña de azúcar	0.30	0.64	0.71	0.79	0.88	0.96	1.00	0.96	0.89	0.81	0.70	
maíz	0.38	0.88	0.93	0.43		0.90	0.40	0.65	0.84		0.95	1.00
Yuca	0.20	0.54	0.79	0.94	0.99	0.97	0.87	0.64	0.25		0.90	0.80
Frutales	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50
Pan llevar	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50
<b>Kc Ponderado</b>	0.35	0.76	0.84	0.79	0.94	0.96	0.84	0.85	0.79	0.89	0.87	0.75

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.3.5 Cálculo de la Evapotranspiración Real

Para la evapotranspiración se ha definido usando la estación meteorológica Sinsicap. Los cuales se ingresaron datos al Software Cropwat 8.0, cuyo registro es del año 2018.

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	16.0	28.4	82	406	5.0	17.6	4.07
Febrero	16.6	29.2	80	406	5.6	18.6	4.45
Marzo	16.2	28.0	87	397	5.3	17.8	3.68
Abril	15.2	27.8	86	432	6.4	18.2	3.76
Mayo	14.0	25.6	87	432	5.3	15.2	3.07
Junio	14.0	22.4	87	423	2.6	10.9	2.29
Julio	13.8	23.2	88	458	2.9	11.6	2.38
Agosto	13.1	22.1	88	432	3.0	12.7	2.42
Septiembre	12.1	22.2	87	432	3.8	14.9	2.73
Octubre	12.5	23.6	82	406	5.0	17.5	3.43
Noviembre	13.8	24.7	82	397	5.6	18.5	3.63
Diciembre	20.6	23.7	83	423	5.7	18.5	3.61
Promedio	14.8	25.1	85	420	4.7	16.0	3.29

Figura 4: Software Cropwat 8.0

Fuente: Elaboración Propia

La evapotranspiración potencial a nivel mensual en el río Moche tiene un valor mínimo de 2.29 mm/día (68.7 mm/mes) en el mes de junio y un valor máximo de 4.45 mm/día (124.6 mm/mes) en febrero por lo tanto la evapotranspiración potencial promedio es 3.29 mm/día.

#### 4.3.3.6 Precipitación

En el presente estudio hidrológico, se consideró los valores obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), de la estación Sinsicap desde el año 1990-2018. A continuación, en el Cuadro 23, se presenta los datos históricos de precipitación total mensual, precipitación máxima y mínima.

**Tabla 21:** Datos históricos de la Precipitación

DATOS HISTÓRICOS PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm)															
ESTACIÓN SINSICAP															
DEPARTAMENTO		LA LIBERTAD				LATITUD		8° 6' 43.29"		TIPO		CONVENCIONAL			
PROVINCIA		TRUJILLO				LONGITUD		78°59'6.36"					METEREOLÓGICA		
DISTRITO		LAREDO				ALTITUD		44 MSNM							
REGIS	AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MAX. ANUAL	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
2	1990	0.0	0.5	0.8	1.2	0.8	1.2	0.0	0.9	1.7	0.0	0.6	0.0	1.7	
3	1991	0.0	6.1	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	10.1	
4	1992	0.0	8.8	0.0	0.0	4.0	0.5	0.0	0.8	0.0	1.2	0.0	0.0	8.8	
5	1993	0.6	4.0	5.0	1.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	5.0	
6	1994	0.0	9.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.3	1.0	1.0	0.0	9.7	
7	1995	0.0	0.6	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	1.4	0.0	3.0	
8	1996	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.0	0.6	2.0	2.0	
9	1997	0.0	3.0	0.0	0.0	4.0	0.0	20.0	0.0	2.0	0.0	3.0	94.0	94.0	
10	1998	3.0	40.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	40.0	
11	1999	2.4	6.0	0.0	3.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	6.0	

<b>12</b>	<b>2000</b>	0.0	1.1	2.6	1.2	3.9	9.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	<b>9.0</b>
<b>13</b>	<b>2001</b>	1.6	0.6	2.0	1.5	0.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>2.0</b>
<b>14</b>	<b>2002</b>	0.0	2.7	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.2	<b>3.4</b>
<b>15</b>	<b>2003</b>	2.3	3.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.3	<b>4.3</b>
<b>16</b>	<b>2004</b>	5.1	16.1	6.2	7.7	12.1	0.0	0.0	0.0	12.4	21.0	43.3	13.2	<b>43.3</b>
<b>17</b>	<b>2005</b>	23.3	34.8	43.1	28.2	7.8	5.7	0.0	13.0	10.4	27.1	6.2	28.2	<b>43.1</b>
<b>18</b>	<b>2006</b>	51.1	17.2	31.4	22.1	19.1	17.5	7.5	28.0	12.8	21.4	17.8	14.7	<b>51.1</b>
<b>19</b>	<b>2007</b>	24.5	23.2	25.2	22.9	20.7	0.0	6.7	3.4	8.6	38.9	18.0	23.1	<b>38.9</b>
<b>20</b>	<b>2008</b>	25.6	22.7	16.0	28.0	27.4	16.9	6.2	5.2	26.4	19.8	17.0	17.7	<b>28.0</b>
<b>21</b>	<b>2009</b>	29.9	12.5	31.5	30.0	28.6	8.1	10.6	10.2	8.2	23.0	21.2	24.2	<b>31.5</b>
<b>22</b>	<b>2010</b>	19.3	33.9	47.3	29.9	19.5	13.4	10.8	6.7	6.6	15.1	17.7	32.5	<b>47.3</b>
<b>23</b>	<b>2011</b>	26.4	17.9	24.1	30.5	8.3	0.4	9.8	0.6	26.4	13.0	16.9	29.1	<b>30.5</b>
<b>24</b>	<b>2012</b>	35.2	40.6	19.9	23.7	12.6	2.6	0.0	40.2	3.4	17.0	25.1	27.3	<b>40.6</b>
<b>25</b>	<b>2013</b>	23.0	24.4	21.2	51.3	21.0	3.8	10.1	6.8	4.8	23.0	10.5	24.8	<b>51.3</b>
<b>26</b>	<b>2014</b>	26.4	53.8	40.0	24.2	19.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<b>53.8</b>
<b>27</b>	<b>2015</b>	23.0	24.4	21.2	51.3	21.0	3.8	10.1	6.8	4.8	23.0	10.5	24.8	<b>51.3</b>
<b>28</b>	<b>2016</b>	23.0	24.4	21.2	51.3	21.0	3.8	10.1	6.8	4.8	23.0	10.5	24.8	<b>51.3</b>
<b>29</b>	<b>2017</b>	23.0	24.4	21.2	51.3	21.0	3.8	10.1	6.8	4.8	23.0	10.5	24.8	<b>51.3</b>
<b>30</b>	<b>2018</b>	23.0	24.4	21.2	51.3	21.0	3.8	10.1	6.8	4.8	23.0	10.5	24.8	<b>51.3</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>13.5</b>	<b>16.6</b>	<b>14.5</b>	<b>17.7</b>	<b>10.2</b>	<b>3.3</b>	<b>4.3</b>	<b>5.0</b>	<b>5.0</b>	<b>10.8</b>	<b>8.6</b>	<b>15.2</b>	<b>29.8</b>
<b>PREC. MIN</b>		<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>	<b>1.7</b>									
<b>PREC. MAX</b>		<b>51.1</b>	<b>53.8</b>	<b>47.3</b>	<b>51.3</b>	<b>28.6</b>	<b>17.5</b>	<b>20.0</b>	<b>40.2</b>	<b>26.4</b>	<b>38.9</b>	<b>43.3</b>	<b>94.0</b>	<b>94.0</b>

Fuente: Senamhi

### 4.3.3.7 Determinación del Balance Hídrico

#### 4.3.3.7.1 Análisis de oferta de agua

**Tabla 22: Oferta de agua mensual proveniente del río Moche**

	UNI	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caudal	lts/seg	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0	1700.0
Caudal	m3/h	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00	6,120.00
Tiempo Disponible por día	h	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Volúmen Diario	m3/día	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00	146,880.00
N° días del mes	días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Volúmen Ofertado	m3/mes	4,553,280.	4,112,640.	4,553,280.	4,406,400.	4,553,280.	4,406,400.0	4,553,280.0	4,553,280.0	4,406,400.0	4,553,280.0	4,406,400.0	4,553,280.0

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 23 se concluye que: El volumen ofertado anual es 53,611,200.0 m3, la oferta de agua proveniente del río moche es 1700 l/s por 24 horas, de la tabla 23 se observa la máxima oferta de agua 4,553,280.0 m3/mes.

#### 4.3.3.7.2 Análisis de la Demanda de Agua - Concreto

**Tabla 23:** Demanda de agua mensual de los cultivos, con una eficiencia de riego de 50%- Concreto

REFERENCIA			MESES											
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Porcentajes	Area s													
Caña de Azúcar	35%	400	0.30	0.64	0.71	0.79	0.88	0.96	1.00	0.96	0.89	0.81	0.7	
maiz	22%	250	0.38	0.88	0.93	0.43		0.90	0.40	0.65	0.84		0.95	1.00
yucca	18%	200	0.20	0.54	0.79	0.94	0.99	0.97	0.87	0.64	0.25		0.90	0.80
frutales	2%	25	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50
pan llevar	23%	258	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>1133</b>												
Área cultivada por mes (Has).			1133.0	1133.0	1133.0	1133.0	883.0	1133.0	1133.0	1133.0	1133.0	683.0	1133.0	733.0
Evapotranspiración Potencial (ETP mm/día)			4.07	4.45	3.68	3.76	3.07	2.29	2.38	2.42	2.73	3.43	3.63	3.61
(Kc) Coeficiente ponderado.			0.35	0.76	0.84	0.79	0.94	0.96	0.84	0.85	0.79	0.89	0.87	0.75
Evapotranspiración Real (ETR mm/día) ETR = ETP * Kc			1.41	3.39	3.11	2.96	2.89	2.19	2.01	2.05	2.17	3.06	3.14	2.72
Desviación Estándar para cada mes (SD).			1.67	2.79	6.54	3.29	2.77	0.67	0.22	0.08	0.32	0.67	0.69	1.88
Precipitación media mensual (PM).			13.50	16.60	14.50	17.70	10.20	3.30	4.30	5.00	5.00	10.80	8.60	15.20

Precipitación confiable o Depend. (PD) mm PD = - 0.6745*SD + PM	0.40	0.53	0.33	0.52	0.27	0.09	0.13	0.16	0.16	0.33	0.27	0.45
Déficit de humedad (mm/día)	1.01	2.87	2.78	2.44	2.63	2.10	1.87	1.89	2.01	2.72	2.87	2.27
Eficiencia de Riego (%)	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Número de días del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Requerimiento o demanda unitaria neta (mm/día)	1.44	4.10	3.98	3.49	3.75	3.00	2.67	2.70	2.87	3.89	4.10	3.24
Requerimiento o demanda unitaria neta m3/ha/día.	14.44	40.99	39.76	34.91	37.51	29.97	26.75	27.00	28.68	38.88	41.00	32.38
Requerimiento o demanda unitaria neta m3/ha/mes.	447.72	1,147.62	1,232.49	1,047.41	1,162.87	899.17	829.10	837.03	860.45	1,205.36	1,230.10	1,003.81
Número de horas de riego	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Módulo de Riego (l/s/ha)	0.17	0.47	0.46	0.40	0.43	0.35	0.31	0.31	0.33	0.45	0.47	0.37
Volumen demandado (l/s)	189.39	537.47	521.36	457.84	383.37	393.04	350.72	354.08	376.11	307.37	537.70	274.71
Volumen demandado (m3/mes)	507,262. 71	1,300,253. 18	1,396,406. 65	1,186,714. 34	1,026,813. 51	1,018,763. 80	939,368. 90	948,356. 08	974,889. 82	823,261. 54	1,393,705. 80	735,790. 96

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 24, se observa que el mayor volumen de agua que requiere los cultivos es durante el mes de marzo y un total de 39.76 m3/ha/día con una demanda máxima de 1,396,406.65 m3/mes. Y en todo el año 12,251,587.29 m3

### 4.3.3.7.2 Balance Hídrico - Concreto

Tabla 24: Balance Hídrico – Concreto Simple

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Demanda	(m3/mes)	507,262.71	1,300,253.18	1,396,406.65	1,186,714.34	1,026,813.51	1,018,763.80	939,368.90	948,356.08	974,889.82	823,261.54	1,393,705.80	735,790.96
OFERTA	(m3/mes)	4,553,280.	4,112,640.	4,553,280.	4,406,400.	4,553,280.	4,406,400.0	4,553,280.0	4,553,280.0	4,406,400.0	4,553,280.0	4,406,400.0	4,553,280.0
Balance	(m3/día)	4,046,017.29	2,812,386.82	3,156,873.35	3,219,685.66	3,526,466.49	3,387,636.20	3,613,911.10	3,604,923.92	3,431,510.18	3,730,018.46	3,012,694.20	3,817,489.04

Fuente: Elaboración Propia.

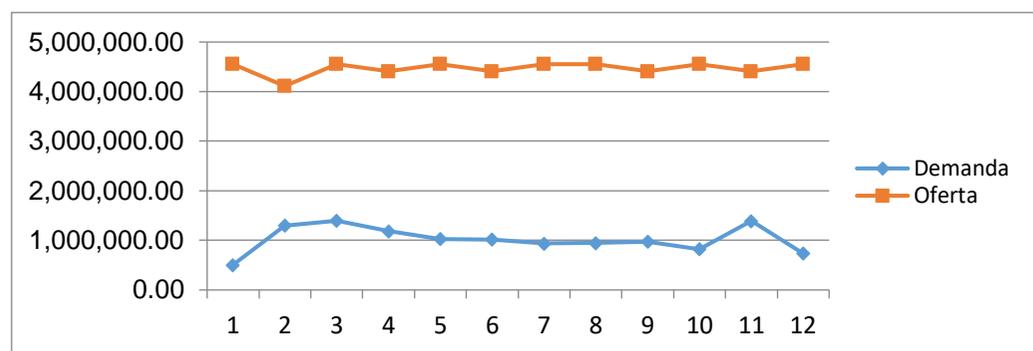


Figura 5: Oferta y Demanda

De la tabla 25 y la figura 5, se puede observar que durante el año hay agua suficiente del río Moche para cubrir la demanda de agua de los cultivos.

### 4.3.3.7.3 Análisis de la Demanda de Agua- PVC

Tabla 25: Demanda de agua mensual de los cultivos, con una eficiencia de riego de 75%- PVC

REFERENCIA			MESES											
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Porcentajes</b>	<b>Areas</b>													
Caña de Azúcar	35%	400	0.30	0.64	0.71	0.79	0.88	0.96	1.00	0.96	0.89	0.81	0.7	
maiz	22%	250	0.38	0.88	0.93	0.43		0.90	0.40	0.65	0.84		0.95	1.00
yucca	18%	200	0.20	0.54	0.79	0.94	0.99	0.97	0.87	0.64	0.25		0.90	0.80
frutales	2%	25	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50
pan llevar	23%	258	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>1133</b>												
Área cultivada por mes (Has).			1133.0	1133.0	1133.0	1133.0	883.0	1133.0	1133.0	1133.0	1133.0	683.0	1133.0	733.0
Evapotranspiración Potencial (ETP mm/día)			4.07	4.45	3.68	3.76	3.07	2.29	2.38	2.42	2.73	3.43	3.63	3.61
(Kc) Coeficiente ponderado.			0.35	0.76	0.84	0.79	0.94	0.96	0.84	0.85	0.79	0.89	0.87	0.75
Evapotranspiración Real (ETR mm/día) ETR = ETP * Kc			1.41	3.39	3.11	2.96	2.89	2.19	2.01	2.05	2.17	3.06	3.14	2.72
Desviación Estándar para cada mes (SD).			1.67	2.79	6.54	3.29	2.77	0.67	0.22	0.08	0.32	0.67	0.69	1.88
Precipitación media mensual (PM).			13.50	16.60	14.50	17.70	10.20	3.30	4.30	5.00	5.00	10.80	8.60	15.20
Precipitación confiable o Depend. (PD) mm PD = - 0.6745*SD + PM			0.40	0.53	0.33	0.52	0.27	0.09	0.13	0.16	0.16	0.33	0.27	0.45
Déficit de humedad (mm/día)			1.01	2.87	2.78	2.44	2.63	2.10	1.87	1.89	2.01	2.72	2.87	2.27

Eficiencia de Riego (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Número de días del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Requerimiento o demanda unitaria neta (mm/día)	1.12	3.19	3.09	2.72	2.92	2.33	2.08	2.10	2.23	3.02	3.19	2.52
Requerimiento o demanda unitaria neta m3/ha/día.	11.23	31.88	30.92	27.16	29.18	23.31	20.80	21.00	22.31	30.24	31.89	25.19
Requerimiento o demanda unitaria neta m3/ha/mes.	348.22	892.59	958.60	814.65	904.45	699.36	644.85	651.02	669.24	937.50	956.75	780.74
Número de horas de riego	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Módulo de Riego (l/s/ha)	0.13	0.37	0.36	0.31	0.34	0.27	0.24	0.24	0.26	0.35	0.37	0.29
Volumen demandado (l/s)	147.30	418.03	405.50	356.10	298.18	305.70	272.78	275.39	292.53	239.07	418.21	213.67
Volumen demandado (m3/mes)	394,537. 66	1,011,308. 03	1,086,094. 06	923,000. 04	798,632. 73	792,371. 85	730,620. 26	737,610. 28	758,247. 64	640,314. 53	1,083,993. 40	572,281. 86

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 26, se observa que el mayor volumen de agua que requiere los cultivos es durante el mes de marzo y un total de 30.92 m3/ha/día con una demanda máxima de 1,086,094.06 m3/mes. Y en todo el año 9,529,012.34 m3

#### 4.3.3.7.4 Balance Hídrico - PVC

Tabla 26: Balance Hídrico - PVC

PARÁMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Demanda	(m3/mes)	394,537.66	1,011,308.03	1,086,094.06	923,000.04	798,632.73	792,371.85	730,620.26	737,610.28	758,247.64	640,314.53	1,083,993.40	572,281.86
Oferta	(m3/mes)	4,553,280.	4,112,640.	4,553,280.	4,406,400.	4,553,280.	4,406,400.0	4,553,280.0	4,553,280.0	4,406,400.0	4,553,280.0	4,406,400.0	4,553,280.0
Balance	(m3/mes)	4,158,742.34	3,101,331.97	3,467,185.94	3,483,399.96	3,754,647.27	3,614,028.15	3,822,659.74	3,815,669.72	3,648,152.36	3,912,965.47	3,322,406.60	3,980,998.14

Fuente: Elaboración Propia

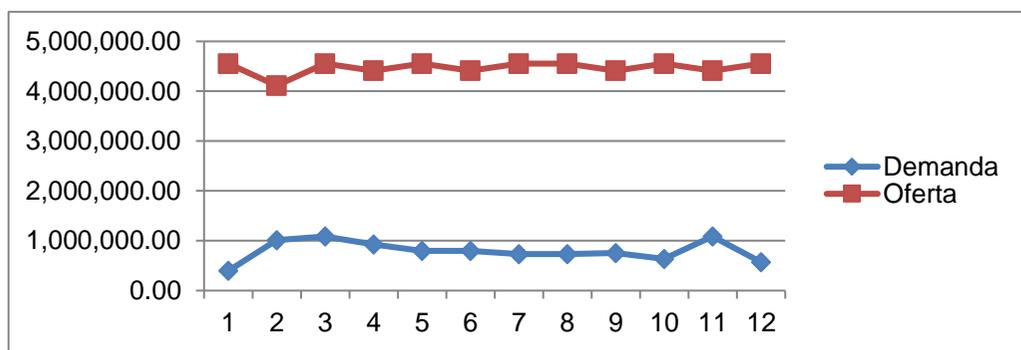


Figura 6: Oferta y Demanda

Fuente: Elaboración Propia.

De la tabla 27 y la figura 6, se puede observar que durante el año hay agua suficiente del río Moche para cubrir la demanda de agua de los cultivos.

## **4.4 Diseño Hidráulico**

### **4.4.1 Generalidades**

Hoy por hoy la obra de riego existente en el canal el moro, es de mampostería y concreto. Nosotros planteamos una alternativa paralela al canal, la cual sería de PVC, para ello se realizó un levantamiento topográfico, así como el estudio de la mecánica de suelos, en el tramo del proyecto.

Para el diseño hidráulico del canal se vio los planos topográficos, perfil longitudinal, los planos de las secciones transversales. Para realizar el movimiento de tierra, los elementos geométricos, se definió la forma del canal, los contextos del agua, así como su movilidad.

### **4.4.2 Objetivos y Alcances**

Un canal que se encuentre revestido de concreto, va a tener prácticamente una nula infiltración de agua. Pues bien, para obtener una sección de máxima eficiencia hidráulica se debe tener en deferencia, las siguientes relaciones.

Como objetivo, se busca realizar un correcto diseño hidráulico para el canal, para ello se debe tomar en cuenta las obras de arte, además de tener en cuenta las siguientes consideraciones para su diseño:

- Su geografía(ubicación)
- Su función
- Prevenir, y ver al riesgo cómo un actor principal, para que en caso de una hipotética falla el impacto causado sea de menor dimensión.

### **4.4.3 Criterios de Diseño**

#### **a.- Caudal**

El caudal de diseño a tratar fue de 1.7 m<sup>3</sup>/s

#### **b.- Máxima Eficiencia Hidráulica**

Un canal que se encuentre revestido de concreto, va a tener prácticamente una nula infiltración de agua. Pues bien, para obtener la sección máxima de eficacia hidráulica se debe tener en deferencia, las siguientes relaciones.

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

$b$  = ancho del fondo del canal

$y$  = Tirante de agua

$\theta$  = Angulo de inclinación del talud

### **c.-Velocidades**

Las velocidades pueden ser máximas o mínimas, varían de acuerdo al diseño. Una velocidad mayor a la máxima generará provocará una modificación a la pendiente. Y creará dificultades al revestimiento. Mientras que una velocidad menor a la máxima generara problemas con la sedimentación, por consecuencia menor aforo en el manejo del agua. La velocidad que nosotros consideramos fue de 2 m/ seg, aunque la U.S BUREAU OF RECLAMATION y el ANA, recomiendan que estas no deban ser mayores de 2.5 – 3.0 m/seg, evitando así que en un futuro incierto y negativo el concreto se levante.

### **d.- Pendiente (S)**

Realizando el estudio topográfico del canal logramos disparejas pendientes de rasantes, la pendiente del fondo del canal no es más que la rasante y cambia según el revestimiento del canal. Las velocidades pueden ser máximas o mínimas, varían de acuerdo al diseño. Una velocidad mayor a la máxima generará provocará una modificación a la pendiente. Y creará dificultades al revestimiento. Mientras que una velocidad menor a la máxima generara problemas con la sedimentación, por consecuencia menor aforo en el manejo del agua. La velocidad que nosotros consideramos fue de x m/ seg, aunque la U.S BUREAU OF RECLAMATION y el ANA, aconsejan que las velocidades no sean mayores de 2.5 – 3.0 m/seg, evitando así que en un futuro incierto y negativo el concreto se levante.

### **e.- Radios de Curvaturas Mínimos (R)**

En el diseño de canales, la alteración brusca de orientación se reemplaza por una curva cuyo radio debe ser razonable y no muy amplio, es preferible elegir un radio mínimo, dado que al trazar curvas

con radios mayores al mínimo no se está generando un ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, sin embargo, tendrá un elevado precio al darle una mayor longitud al mismo.

**Tabla 27:** Parámetros - Proyecto Propuesto – PVC

Capacidad del Canal	Radio Mínimo
Hasta los 10 m3/seg	3* ancho de la base
De 10 m3/seg hasta 14 m3/seg	4* ancho de la base
De 14 m3/seg hasta 17 m3/seg	5* ancho de la base
De 17 m3/seg hasta 20 m3/seg	6* ancho de la base
De 20m3/seg a adelante	7* ancho de la base
Los radios mínimos serán redondeados hasta el próximo metro superior	

Fuente: International Institute for Land Reclamation and Improvement

#### **g.- Coeficiente de Rugosidad (n)**

Es la resistencia al fluido del líquido elemental (agua) el coeficiente representa en revestimiento de los canales hechos por el hombre (artificiales) y la naturaleza de los cauces naturales, Para la presente tesis consideraremos, a  $n = 0.014$  para el diseño del revestimiento con concreto y  $c=150$  para canales de tubería PVC.

#### **h.- Borde Libre**

Es imprescindible dejar un desnivel entre la superficie libre del agua para el tirante normal y la corona de los bordes, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION, recomienda calcular el borde libre con la siguiente formula.

$$\text{borde libre} = \sqrt{CY}$$

$C= 1.5$  para caudales menores a 20 pies<sup>3</sup>/seg y  $2.5$  para caudales hasta 3000 pies<sup>3</sup>/seg.

$Y=$  Tirante del canal en pies

### **i.- Ancho de Corona**

Se consideró una corona de 0.25 m

### **j.- Diseño hidráulico de canales**

Los cálculos hidráulicos están basados en la parte técnica que da la AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA y la experiencia tomada de proyectos de ingeniería similares. Evidentemente para el diseño hidráulico se debe tener en cuenta la averiguación hidrológica e hidráulica, cuyos resultados se usan en el diseño. El diseño hidráulico de un canal tiene como objetivo establecer las características geométricas, en base a juicios técnicos y económicos que aprueben una correcta funcionalidad y operatividad.

El diseño hidráulico se consideró que:

- El flujo es uniforme y permanente.
- El estado del flujo es sub crítico.

El flujo es uniforme cuando el tirante del agua es constante durante periodos de tiempo considerables. Es decir, de un punto A, hasta un punto B pasa el mismo caudal y tienen la misma sección.

Para el diseño hidráulico Manning – Strickler propone usar la siguiente fórmula:

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

$Q$  = caudal en m<sup>3</sup>/seg

$A$  = Área de la sección en m<sup>2</sup>

$R$  = Radio hidráulico en m

$S$  = Pendiente

$n$  = Coeficiente de seguridad

Para el flujo subcrítico queda definido el N° de FROUDE

$$F = \frac{V}{\sqrt{(A * D)}}$$

$$F = \frac{V}{\sqrt{(A * 9.81)/T}}$$

$F$  = Número de Froude

$V$  = Velocidad en m/seg

$g$  = Aceleración de la gravedad – m/s<sup>2</sup>

$D$  = Profundidad hidráulica – m

$A$  = Área de la sección en m<sup>2</sup>

#### **k.- Consideraciones Básicas**

Para el cálculo de la columna de agua, se estableció la variación de la presión entre un rango de +- 0,5 m.c.a (metro de columna de agua). Así mismo, la velocidad del agua fluctúa los 0.6 m/seg– 2.5 m/seg.

Las pérdidas de agua se calculan usando la fórmula de Hazen - Williams

$$H_{fp} = 1,131 * 1012 * (Q/C) 1,852 * L * d^{-4,871}$$

También:

$$H_{fp} = 1,131 * 1012 * (V.A/C) 1,852 * L * d^{-4,871}$$

Dónde:

$V$ : velocidad (m / h).

$A$ : área de la sección transversal de la tubería (m<sup>2</sup>).

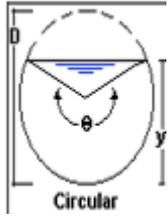
Tipo de Sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio Hidráulico Rh (m)	Espejo de Agua T ( m )
	$(b + zy) y$	$b + 2y + \sqrt{1 + z^2}$	Radio Hidráulico Rh (m)	B+2zy
	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{(\theta D)}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{8}) \frac{(D)}{4}$	$(\text{sen} \frac{\theta}{2})D$

Figura 8:Secciones hidráulicas rectangulares y circulares

Fuente: Ven Te (2007)

#### 4.4.4 Diseño Hidráulico – Para un canal cerrado PVC

Lugar:	<input type="text" value="LAREDO - CERRO BLANCO"/>	Proyecto:	<input type="text" value="CANAL CERRADO"/>
Tramo:	<input type="text" value="0+000 - 12+416"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="PVC"/>

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="1.7"/>	m <sup>3</sup> /s
Diámetro (d):	<input type="text" value="0.94"/>	m
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.009"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.003"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.8312"/>	m	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="2.3006"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.6493"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2822"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.6014"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="2.6184"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.8046"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="1.1807"/>	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

 <u>C</u> alculador	 <u>L</u> impiar Pantalla	 <u>I</u> mprimir	 <u>M</u> enú Principal	 <u>C</u> alculadora
--	--	--	--	---

Figura 9: Diseño Hidráulico - PVC

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.5 Diseño Hidráulico para un canal abierto de concreto

Lugar:	<b>LAREDO - CERRO BLANCO</b>	Proyecto:	<b>CANAL ABIERTO</b>
Tramo:	<b>0+000 - 12+416</b>	Revestimiento:	<b>CONCRETO</b>

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="1.7"/>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="1"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.003"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.5675"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="2.6050"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.8895"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.3414"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="2.1349"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.9112"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9454"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.7536"/>	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora

Figura 10: Diseño Hidráulico - PVC

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.4.1 Diseño de la sección hidráulica del canal de concreto

El canal actual es de concreto simple de  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  (paredes y losa, por el cual pasa un caudal máximo de 1700 lts/s ( 1.7 m<sup>3</sup>/s) ; El caudal en mención es de sección típica trapezoidal de 1 m de ancho de solera, altura de 0.90 m, espesor las paredes es de 0.08 m y la losa de 0.1 m, cuenta con juntas de contracción de ½" y juntas de dilatación de 1" de espesor, diseñada el actual área ocupada y a la posible ampliación de la frontera agrícola, se ha tratado de respetar al máximo la disposición de los pobladores y sus respectivas áreas de cultivo, así como el método de riego y el uso agrícola imperante en la zona de Laredo y Cerro Blanco. Se usó cemento Portland para todo el concreto, el mismo que cumplió con las Especificaciones ASTM C – 150 T.

Todas las juntas a rellenar son de 1.27 cm. de ancho y profundidad igual a 1.27 cm. espaciados cada 4 m. Las juntas serán rellenas con Tecknoport de ½". Las paredes y losas serán de concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Este tipo de sección se construirá en una Longitud de 12408 m entre las progresivas: Km 0+000 al Km 12+400.

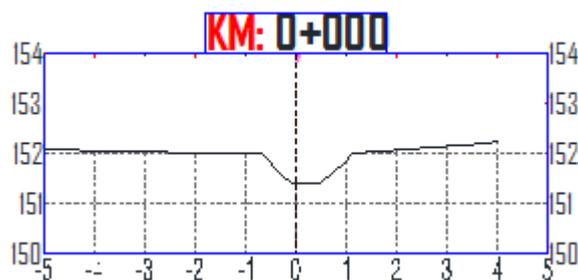


Figura 11: Canal Concreto Simple

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 28:** Características hidráulicas y Geométricas del canal revestido de concreto

PROGRESIVA	Q m3/s	B m	n	s %	y m	V m/s	TIPO DE FLUJO	E M-KG/kg	A m2	P M	R m	F N° Froude	T m
0+200	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
1+120	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
1+720	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
1+860	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
2+020	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
2+460	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
2+900	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
3+300	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
3+590	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
3+720	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
3+800	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+060	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+160	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+200	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+250	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+310	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+340	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+450	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+500	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+600	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+700	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
4+780	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13

5+200	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
5+300	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
5+440	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
5+800	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
5+960	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
6+270	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
6+470	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
6+480	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
6+490	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
6+500	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
6+850	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+020	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+060	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+220	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+500	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+580	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+690	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+770	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
7+980	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+110	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+360	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+460	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+680	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+740	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+800	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+880	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
8+930	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13

9+120	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
9+230	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
9+270	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
9+610	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
9+640	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
9+820	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
9+960	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+000	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+060	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+100	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+360	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+400	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+460	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+480	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+700	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+720	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+760	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+820	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+840	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+890	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+900	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
10+950	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+020	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+040	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+080	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+180	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+200	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	subcrítico	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13

11+320	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+360	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+440	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+500	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+660	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+680	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+780	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+880	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
11+980	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
12+000	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
12+100	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
12+120	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
12+140	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
12+200	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13
12+408	1.7	1.00	0.014	0.003	0.57	1.91	<b>subcrítico</b>	0.75	0.89	2.61	0.34	0.95	2.13

Fuente: Elaboración Propia.

Leyenda: Q (caudal), B (base), n (rugosidad), s (pendiente), y (tirante), (velocidad), A (área), P (perímetro), R (radio hidráulico), T (espejo de agua)

#### 4.4.4.2 Diseño de la sección hidráulica del canal de PVC

Como alternativa al canal existente de la infraestructura de riego en canal el Moro en Laredo, se plantea su revestimiento con tubería de PVC (SN3) para un caudal máximo de 1700 lts/s; 1.7 m<sup>3</sup>/s, el cual se trata de un canal de sección con un diámetro de 37" (pulg), con diámetro interior de 1000 mm y de uso comercial 1000 mm por la empresa BR Loc de Brasil, distribuida en el país por Ecomex Perú (Ver Anexo 6), alcanzando una velocidad de 1.91 m/seg. Todas las juntas a rellenar son de 1.27 cm. de ancho y profundidad igual a 1.27 cm. espaciados cada 4 m. Las juntas serán rellenas con Tecknoport de ½". Las paredes y losas serán de concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . La tubería será instalada en una zanja de 1.5 m de profundidad, 1.5 m de ancho, colocada en una cama de material propio seleccionado Este tipo de sección se instalará en una Longitud de 12408 m entre las progresivas: Km 0+000 al Km 12+4

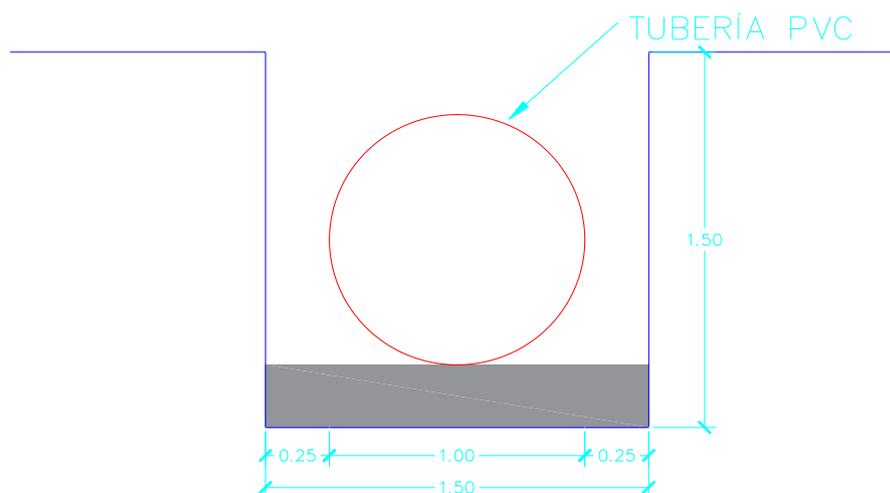


Figura 12: Canal PVC

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 29:** Características hidráulicas del canal revestido con tubería PVC

PROGRESIVA	TRAMO	COTA TRAMO		LONGUITUD INCLINADA	DIFERENCIA DE NIVEL	Q m3/s	DIAM. TUB.	
		INICIAL	FINAL				Nom(pulg)	Int(mm)
0+200	200	188	185	200.02	3.00	1.7	37	1000
1+120	920	185	178	920.03	7.00	1.7	37	1000
1+720	600	178	178	600.00	0.00	1.7	37	1000
1+860	140	178	178	140.00	0.00	1.7	37	1000
2+020	160	178	178	160.00	0.00	1.7	37	1000
2+460	440	178	177	440.00	1.00	1.7	37	1000
2+900	440	177	175	440.00	2.00	1.7	37	1000
3+300	400	175	175	400.00	0.00	1.7	37	1000
3+590	290	175	175	290.00	0.00	1.7	37	1000
3+720	130	175	175	130.00	0.00	1.7	37	1000
3+800	80	175	175	80.00	0.00	1.7	37	1000
4+060	260	175	175	260.00	0.00	1.7	37	1000
4+160	100	175	175	100.00	0.00	1.7	37	1000
4+200	40	175	175	40.00	0.00	1.7	37	1000
4+250	50	175	175	50.00	0.00	1.7	37	1000
4+310	60	175	174	60.01	1.00	1.7	37	1000
4+340	30	174	174	30.00	0.00	1.7	37	1000
4+450	110	174	174	110.00	0.00	1.7	37	1000
4+500	50	174	174	50.00	0.00	1.7	37	1000
4+600	100	174	174	100.00	0.00	1.7	37	1000
4+700	100	174	174	100.00	0.00	1.7	37	1000
4+780	80	174	174	80.00	0.00	1.7	37	1000
5+200	420	174	173	420.00	1.00	1.7	37	1000

5+300	100	173	172	100.00	1.00	1.7	37	1000
5+440	140	172	172	140.00	0.00	1.7	37	1000
5+800	360	172	171	360.00	1.00	1.7	37	1000
5+960	160	171	170	160.00	1.00	1.7	37	1000
6+270	310	170	169	310.00	1.00	1.7	37	1000
6+470	200	169	169	200.00	0.00	1.7	37	1000
6+480	10	169	169	10.00	0.00	1.7	37	1000
6+490	10	169	169	10.00	0.00	1.7	37	1000
6+500	10	169	169	10.00	0.00	1.7	37	1000
6+850	360	169	168	360.00	1.00	1.7	37	1000
7+020	170	168	168	170.00	0.00	1.7	37	1000
7+060	40	168	167	40.01	1.00	1.7	37	1000
7+220	160	167	167	160.00	0.00	1.7	37	1000
7+500	280	167	167	280.00	0.00	1.7	37	1000
7+580	80	167	167	80.00	0.00	1.7	37	1000
7+690	110	167	166	110.00	1.00	1.7	37	1000
7+770	80	166	166	80.00	0.00	1.7	37	1000
7+980	210	166	166	210.00	0.00	1.7	37	1000
8+110	130	166	165	130.00	1.00	1.7	37	1000
8+360	260	165	164	260.00	1.00	1.7	37	1000
8+460	100	164	164	100.00	0.00	1.7	37	1000
8+680	220	164	163	220.00	1.00	1.7	37	1000
8+740	60	163	163	60.00	0.00	1.7	37	1000
8+800	60	163	163	60.00	0.00	1.7	37	1000
8+880	80	163	163	80.00	0.00	1.7	37	1000
8+930	50	163	163	50.00	0.00	1.7	37	1000
9+120	190	163	162	190.00	1.00	1.7	37	1000

9+230	110	162	162	110.00	0.00	1.7	37	1000
9+270	40	162	162	40.00	0.00	1.7	37	1000
9+610	340	162	162	340.00	0.00	1.7	37	1000
9+640	30	162	162	30.00	0.00	1.7	37	1000
9+820	180	162	161	180.00	1.00	1.7	37	1000
9+960	140	161	161	140.00	0.00	1.7	37	1000
10+000	40	161	160	40.01	1.00	1.7	37	1000
10+060	60	160	160	60.00	0.00	1.7	37	1000
10+100	40	160	160	40.00	0.00	1.7	37	1000
10+360	260	160	160	260.00	0.00	1.7	37	1000
10+400	40	160	160	40.00	0.00	1.7	37	1000
10+460	60	160	160	60.00	0.00	1.7	37	1000
10+480	20	160	160	20.00	0.00	1.7	37	1000
10+700	220	160	159	220.00	1.00	1.7	37	1000
10+720	20	159	159	20.00	0.00	1.7	37	1000
10+760	40	159	159	40.00	0.00	1.7	37	1000
10+820	60	159	159	60.00	0.00	1.7	37	1000
10+840	20	159	159	20.00	0.00	1.7	37	1000
10+890	50	159	159	50.00	0.00	1.7	37	1000
10+900	10	159	159	10.00	0.00	1.7	37	1000
10+950	50	159	159	50.00	0.00	1.7	37	1000
11+020	70	159	158	70.01	1.00	1.7	37	1000
11+040	20	158	158	20.00	0.00	1.7	37	1000
11+080	40	158	158	40.00	0.00	1.7	37	1000
11+180	100	158	158	100.00	0.00	1.7	37	1000
11+200	20	158	158	20.00	0.00	1.7	37	1000
11+320	120	158	158	120.00	0.00	1.7	37	1000

11+360	40	158	158	40.00	0.00	1.7	37	1000
11+440	80	158	158	80.00	0.00	1.7	37	1000
11+500	60	158	157	60.01	1.00	1.7	37	1000
11+660	160	157	156	160.00	1.00	1.7	37	1000
11+680	20	156	155	20.02	1.00	1.7	37	1000
11+780	100	155	154	100.00	1.00	1.7	37	1000
11+880	100	154	153	100.00	1.00	1.7	37	1000
11+980	100	153	153	100.00	0.00	1.7	37	1000
12+000	20	153	152	20.02	1.00	1.7	37	1000
12+100	100	152	152	100.00	0.00	1.7	37	1000
12+120	20	152	152	20.00	0.00	1.7	37	1000
12+140	20	152	151	20.02	1.00	1.7	37	1000
12+200	60	151	151	60.00	0.00	1.7	37	1000
12+408	208	151	150	208.00	1.00	1.7	37	1000

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 30:** Características hidráulicas del canal revestido con tubería PVC

CLASE	S %	S	F	v m/s
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62







SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62
SN3	0.3	0.003	0.95	2.62

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31:** Características hidráulicas del canal revestido con tubería PVC

PÉRDIDA DE CARGA			PRESIÓN (m)	PRESIÓN ACUMULADA
J(mm)	Hf(m)	ACUMULADA		
7.40478906E-09	1.48112441E-06	0.0000015	3.00	3.00
7.40478906E-09	6.81260312E-06	0.0000083	7.00	10.00
7.40478906E-09	4.44287344E-06	0.0000127	0.00	10.00
7.40478906E-09	1.03667047E-06	0.0000138	0.00	10.00
7.40478906E-09	1.18476625E-06	0.0000150	0.00	10.00
7.40478906E-09	3.25811560E-06	0.0000182	1.00	11.00
7.40478906E-09	3.25814084E-06	0.0000215	2.00	13.00
7.40478906E-09	2.96191562E-06	0.0000244	0.00	13.00
7.40478906E-09	2.14738883E-06	0.0000266	0.00	13.00
7.40478906E-09	9.62622578E-07	0.0000275	0.00	13.00
7.40478906E-09	5.92383125E-07	0.0000281	0.00	13.00
7.40478906E-09	1.92524516E-06	0.0000301	0.00	13.00
7.40478906E-09	7.40478906E-07	0.0000308	0.00	13.00
7.40478906E-09	2.96191562E-07	0.0000311	0.00	13.00
7.40478906E-09	3.70239453E-07	0.0000315	0.00	13.00
7.40478906E-09	4.44349046E-07	0.0000319	1.00	14.00
7.40478906E-09	2.22143672E-07	0.0000321	0.00	14.00
7.40478906E-09	8.14526797E-07	0.0000330	0.00	14.00

7.40478906E-09	3.70239453E-07	0.0000333	0.00	14.00
7.40478906E-09	7.40478906E-07	0.0000341	0.00	14.00
7.40478906E-09	7.40478906E-07	0.0000348	0.00	14.00
7.40478906E-09	5.92383125E-07	0.0000354	0.00	14.00
7.40478906E-09	3.11002022E-06	0.0000385	1.00	15.00
7.40478906E-09	7.40515929E-07	0.0000392	1.00	16.00
7.40478906E-09	1.03667047E-06	0.0000403	0.00	16.00
7.40478906E-09	2.66573435E-06	0.0000429	1.00	17.00
7.40478906E-09	1.18478939E-06	0.0000441	1.00	18.00
7.40478906E-09	2.29549655E-06	0.0000464	1.00	19.00
7.40478906E-09	1.48095781E-06	0.0000479	0.00	19.00
7.40478906E-09	7.40478906E-08	0.0000480	0.00	19.00
7.40478906E-09	7.40478906E-08	0.0000481	0.00	19.00
7.40478906E-09	7.40478906E-08	0.0000481	0.00	19.00
7.40478906E-09	2.66573435E-06	0.0000508	1.00	20.00
7.40478906E-09	1.25881414E-06	0.0000521	0.00	20.00
7.40478906E-09	2.96284108E-07	0.0000524	1.00	21.00
7.40478906E-09	1.18476625E-06	0.0000535	0.00	21.00
7.40478906E-09	2.07334094E-06	0.0000556	0.00	21.00
7.40478906E-09	5.92383125E-07	0.0000562	0.00	21.00
7.40478906E-09	8.14560454E-07	0.0000570	1.00	22.00
7.40478906E-09	5.92383125E-07	0.0000576	0.00	22.00
7.40478906E-09	1.55500570E-06	0.0000592	0.00	22.00
7.40478906E-09	9.62651057E-07	0.0000601	1.00	23.00
7.40478906E-09	1.92525940E-06	0.0000621	1.00	24.00
7.40478906E-09	7.40478906E-07	0.0000628	0.00	24.00
7.40478906E-09	1.62907042E-06	0.0000644	1.00	25.00

7.40478906E-09	4.44287344E-07	0.0000649	0.00	25.00
7.40478906E-09	4.44287344E-07	0.0000653	0.00	25.00
7.40478906E-09	5.92383125E-07	0.0000659	0.00	25.00
7.40478906E-09	3.70239453E-07	0.0000663	0.00	25.00
7.40478906E-09	1.40692941E-06	0.0000677	1.00	26.00
7.40478906E-09	8.14526797E-07	0.0000685	0.00	26.00
7.40478906E-09	2.96191562E-07	0.0000688	0.00	26.00
7.40478906E-09	2.51762828E-06	0.0000713	0.00	26.00
7.40478906E-09	2.22143672E-07	0.0000715	0.00	26.00
7.40478906E-09	1.33288260E-06	0.0000729	1.00	27.00
7.40478906E-09	1.03667047E-06	0.0000739	0.00	27.00
7.40478906E-09	2.96284108E-07	0.0000742	1.00	28.00
7.40478906E-09	4.44287344E-07	0.0000746	0.00	28.00
7.40478906E-09	2.96191562E-07	0.0000749	0.00	28.00
7.40478906E-09	1.92524516E-06	0.0000769	0.00	28.00
7.40478906E-09	2.96191562E-07	0.0000772	0.00	28.00
7.40478906E-09	4.44287344E-07	0.0000776	0.00	28.00
7.40478906E-09	1.48095781E-07	0.0000778	0.00	28.00
7.40478906E-09	1.62907042E-06	0.0000794	1.00	29.00
7.40478906E-09	1.48095781E-07	0.0000795	0.00	29.00
7.40478906E-09	2.96191562E-07	0.0000798	0.00	29.00
7.40478906E-09	4.44287344E-07	0.0000803	0.00	29.00
7.40478906E-09	1.48095781E-07	0.0000804	0.00	29.00
7.40478906E-09	3.70239453E-07	0.0000808	0.00	29.00
7.40478906E-09	7.40478906E-08	0.0000809	0.00	29.00
7.40478906E-09	3.70239453E-07	0.0000812	0.00	29.00
7.40478906E-09	5.18388123E-07	0.0000817	1.00	30.00

7.40478906E-09	1.48095781E-07	0.0000819	0.00	30.00
7.40478906E-09	2.96191562E-07	0.0000822	0.00	30.00
7.40478906E-09	7.40478906E-07	0.0000829	0.00	30.00
7.40478906E-09	1.48095781E-07	0.0000831	0.00	30.00
7.40478906E-09	8.88574687E-07	0.0000840	0.00	30.00
7.40478906E-09	2.96191562E-07	0.0000843	0.00	30.00
7.40478906E-09	5.92383125E-07	0.0000849	0.00	30.00
7.40478906E-09	4.44349046E-07	0.0000853	1.00	31.00
7.40478906E-09	1.18478939E-06	0.0000865	1.00	32.00
7.40478906E-09	1.48280785E-07	0.0000866	1.00	33.00
7.40478906E-09	7.40515929E-07	0.0000874	1.00	34.00
7.40478906E-09	7.40515929E-07	0.0000881	1.00	35.00
7.40478906E-09	7.40478906E-07	0.0000889	0.00	35.00
7.40478906E-09	1.48280785E-07	0.0000890	1.00	36.00
7.40478906E-09	7.40478906E-07	0.0000897	0.00	36.00
7.40478906E-09	1.48095781E-07	0.0000899	0.00	36.00
7.40478906E-09	1.48280785E-07	0.0000900	1.00	37.00
7.40478906E-09	4.44287344E-07	0.0000905	0.00	37.00
7.40478906E-09	1.54021392E-06	0.0000920	1.00	38.00

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.6 Diseño hidráulico y estructural de la bocatoma

##### 4.4.6.1 Diseña Hidráulico

##### a.- Cálculo del Azud (H)

Vista en planta de diseño de la bocatoma.

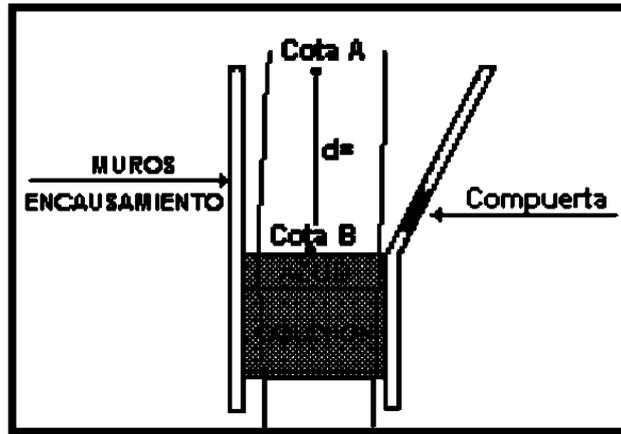


Figura 13: Bocatoma

Fuente: Cabanillas (2018)

El corte del Río en estudio, se muestra en la siguiente figura:

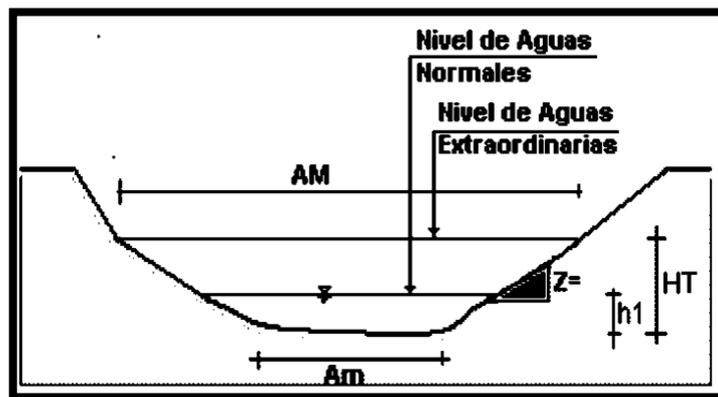


Figura 14: Nivel del río

Fuente: Cabanillas (2018)

Para el cálculo de la Bocatoma con barraje fue obligatorio plantear los siguientes datos:

Cota A = 193.00 m.s.n.m

Cota B = 191.00 m.s.n.m

Long = 203.00 m

h1 = 1.00 m

Ht = y = 2.00 m

$$AM = 0$$

$$Am = b = 6.25 \text{ m}$$

$$Z = 1.00$$

$$H \text{ azud} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Factor } K = 18$$

### 1.- Pendiente de a quebrada

$$I = h \cdot 1000 / \text{Long}$$

$$I = 0.985\%$$

### 2.- Área de la quebrada

$$A = by + zy^2$$

$$A = 16.5 \text{ m}^2$$

### 3.- Perímetro mojado

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

$$P = 11.91 \text{ m}$$

### 4.- Radio hidráulico

$$R = A/P; R = 1.39$$

### 5.- Velocidad

$$V = K (R^2)^{1/3} (I^{1/2})$$

$$V = 2.22 \text{ m/s}$$

### 6.- Caudal

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 33.64 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 7.- Hallando Caudal Q2

$$Q2 = 1.5 \cdot Q$$

$$Q2 = 54.96 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 8.- Hallando Coeficiente M

Usaremos la fórmula de Konovalof

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

$$M = 2.14$$

### 9.- Hallando H.

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

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

$$H = 2.32; H = 2.33$$

**Tabla 32:** *Tabla de valores*

DATOS PARA 1m.		H	DATOS CONJUGADOS	
X	Y		X	Y
0.000	0.126	2.33	0.00	-0.294
0.100	0.036	2.33	0.23	-0.084
0.300	0.000	2.33	0.70	0.000
0.400	0.007	2.33	0.93	-0.016
0.600	0.060	2.33	1.40	-0.140
0.800	0.112	2.33	1.87	-0.261
1.000	0.257	2.33	2.33	-0.599
1.400	0.565	2.33	3.26	-1.317
2.000	1.220	2.33	4.66	-2.845
2.500	1.960	2.33	5.83	-4.570
3.000	2.860	2.33	6.99	-6.668
3.500	3.820	2.33	8.16	-8.907
4.000	4.930	2.33	9.33	11.495
4.500	6.220	2.33	10.49	14.503

Fuente: Elaboración Propia

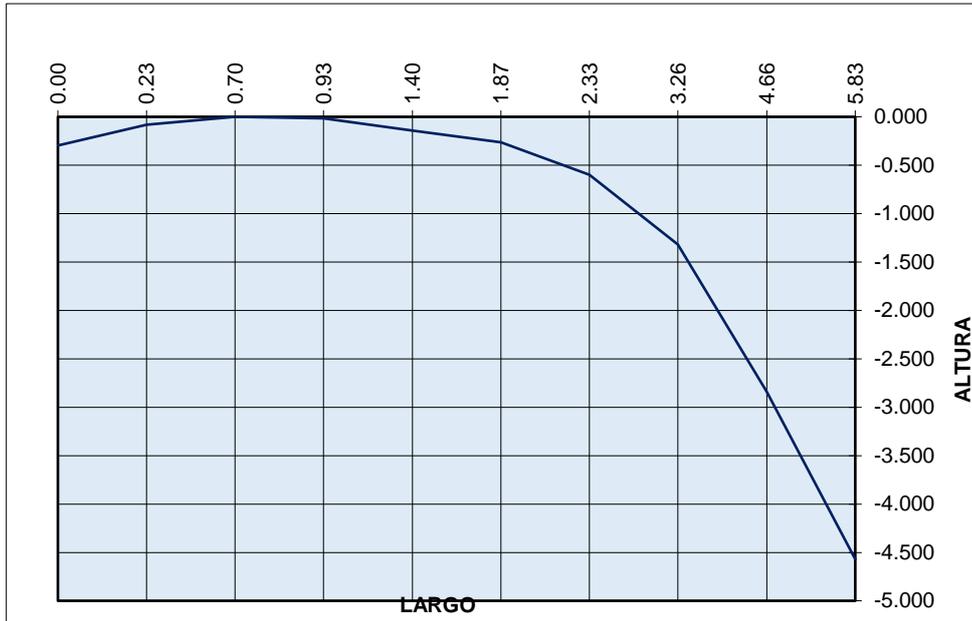


Figura 15: Gráfico de Azud

Fuente: Elaboración Propia

El diseño será 1.55 a usar:

$$H \text{ azud} = 0.50$$

$$L \text{ azud} = 1.70$$

Una vez obtenido el caudal máximo se pudo diseñar la bocatoma, este diseño se hace con el fin de contener las avenidas, con los muros de contención, mientras que el caudal de diseño se usó para diseñar el vertedero y el orificio de captación del agua, el mismo que servirá para transmitir el agua indispensable a la obra de conducción del proyecto. El ancho del río, medido en campo durante la visita, fue de 18 metros. La bocatoma se diseñó con un vertedero de rectangular  $C=1.84$

**Tabla 33: Datos Bocatoma**

Caudal Máximo	250	m <sup>3</sup> /s
Caudal de Diseño	1700	lt/s
Caudal Medio	3000	lt/s

Ancho Estable	18	m
Borde libre de muro	0.2	m
Coefficiente de Velocidad (k)	0.85	

Fuente: Elaboración Propia

$$H_{\text{máx}} = (Q_{\text{máx}}^{2/3}) / ((1/8 * L)^{2/3})$$

$$H_{\text{máx}} = 3.85 \text{ m}$$

Lámina de agua en los escenarios de diseño, una vez usada la fórmula de anterior, donde se logra obtener "H", la misma que es:

$$H_{\text{máx}} = 0.10 \text{ m}$$

$$H_{\text{máx}} = 3.85 \text{ m}$$

$$H_{\text{máx}} = 3.85 + 0.10 = 3.95 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

## **4.5 Especificaciones Técnicas**

### **4.5.1 Disposiciones Generales**

#### **4.5.1.1 Descripción de las especificaciones**

Los detalles técnicos consideradas en la presente tesis, tiene la calidad de ser aplicada y ejecutada en obras de captación, conducción.

Sin embargo, más allá de las especificaciones dadas, es responsabilidad del ingeniero supervisor velar por el fiel cumplimiento y mejorar el trabajo en caso crea conveniente, adicional a la parte técnica y constructiva. Las calidades de los materiales a emplearse deben ser óptimos evitando así futuras complicaciones y pagos adicionales en la obra.

#### **Definiciones**

##### **Contratista**

Es una persona que puede ser natural o jurídica, el que puede ganar una obra y darle una buena pro, según lo establece el Decreto Supremo N° 039-98 PCP: Reglamento de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado del 28 de Setiembre de 1998 es el responsable de la buena calidad de la obra.

##### **Residente de obra**

Es un ingeniero civil, agrónomo o agrícola, el mismo que debe estar colegiado, habilitado y debe ser elegido por el Contratista, su función será dirigir y guiar la obra, una vez empezada la obra se le llamará residente. El contratista tiene la responsabilidad de realizar una obra de calidad y ejecutarla correctamente. Por tanto, es el encargado que los diseños, criterios establecidos en la Memoria Descriptiva, juego de planos, Especificaciones y Presupuesto se materialicen en obra mediante procedimientos correctos constructivos.

##### **Supervisor de Obra**

Es el Ingeniero Civil, agrónomo o agrícola, colegiado y habilitado, el mismo que será designado por la junta de usuarios de Riego El

Moro, para hacer la comprobación fiel del cumplimiento establecido en el expediente técnico (planos, memorias descriptivas) de las especificaciones técnicas. que tiene presentar al Proyecto Sub Sectorial de Irrigación – Oficina de la Libertad,

Se debe aprobar los lineamientos del proceso constructivo, ello será encargado por el ingeniero residente de la obra, el mismo que tendrá la capacidad de cambiar algún diseño que considere pertinente.

### **Cuaderno de Obra**

Es un documento que tiene valor, debido a que es legalizado por la autoridad competente. Allí el supervisor y residente anotan de manera técnica las actividades y consultas realizadas en la obra. Solo el residente y el supervisor serán los encargados de anotar en el cuaderno de obra.

### **Consideraciones**

El ingeniero residente además de las especificaciones técnicas y la aplicación de las normas técnicas de construcción, debe cumplir su trabajo de manera minuciosa y rigurosa para la correcta ejecución de la obra. Al mismo tiempo, el ingeniero residente ante cualquier duda o modificación de los planos, deberá comunicarse rápidamente con el ingeniero supervisor para llegar a acuerdos y/o aprobar lo solicitado. Antes del comienzo de la obra, se observará el replanteo de cada proyecto, cuyas indicaciones en cuanto a los trazos, alineamiento y gradientes serán aceptadas en la ejecución de la misma.

### **Disponibilidad en la Obra durante el desarrollo**

La siguiente documentación de manera obligatoria el contratista deberá mantenerla en oficina:

- Inicio de Trabajo, fecha.
- El presupuesto y los adicionales
- Adelantos, atrasos y avances de la programación del proyecto.
- Ordenes de variación (incluyendo planos, cálculos y expedientes)

- Órdenes recibidas.
- Ordenes transmitidas.
- Indicaciones
- Sugerencias.
- Reparos.
- Consultas.
- Cambio de especificaciones
- Variación en los diseños.
- Obras complementarias no programadas.
- Ajustes de precios unitarios.
- Actualización de la programación.
- Personal de trabajo, traslados, nombramientos.
- Equipo: Adquisición, asignación, traslado, bajas, etc.
- Reclamos de contratistas.
- Dificultades o problemas especiales.
- Seguridad y salud ocupacional (Accidentes.)
- Resolución de conflictos

### **Calidad de materiales y equipos**

Cualquier material que sea usada en la obra deberá cumplir con las características establecidas en INDECOPI. El ingeniero residente deberá observar y abalar cada uno de los materiales, antes y durante la ejecución de la obra.

### **Protección de la obra y la propiedad ajena**

El ingeniero residente durante la ejecución de la obra deberá tomar las medidas suficientes para proteger la obra y las propiedades aledañas que puedan verse afectada por la construcción de la misma.

### **Normas para la construcción**

La obra, se hará de acuerdo reglamentos internacionalmente aceptados y normas peruanas vigentes, cómo:

- Normas Peruanas de Concreto.
- Normas ACI (American Concrete Institute)
- Normas ASTM (American Society for Testing Materiales)
- Normas U.S.B.R (U.S Bureau of Reclamation)
- Normas AISC (American Institute of Steel Construction)
- Normas A.W.W.A. (American Water Work Association)
- Normas H.I. (Hidraulic Institute)
- Normas A.S.M.E. (American Society of Mechanical Engineers)
- Normas N.B.S. (National Bereau of Standars U.S.)
- Normas A.N.S.I. (American National Standars Institute)
- Normas Itintec

### **Seguridad, Higiene y limpieza de la obra**

La salud y vida de los trabajadores es invaluable, por ello el contratista tomara las medidas de seguridad necesarias para el cuidado. El contratista deberá escoger al personal encargado de ver por la seguridad de todos los trabajadores, el mismo que dará los equipos y elementos necesarios para otorgar la seguridad debida. El residente de obra tomará las medidas de seguridad y servicio de los trabajadores. El sector de la obra en la cual se está trabajando, deberá estar moderadamente limpio y sobre ordenado para reducir así cualquier tipo de riesgo. Adicional a ello, en las zonas excavadas se colocarán pases peatonales según las necesidades y especificaciones del reglamento de seguridad G 0.50. Asimismo, se contará con un botiquín de primeros auxilios, el cual estará completamente equipado y dará acceso pronto al personal de trabajo.

## **4.5.2. Disposiciones Específicas**

### **4.5.2.1 Trabajos preliminares y obras provisionales**

#### **Generales**

En coherencia a lo planteado en las especificaciones técnicas, el contratista se comprometerá en suministrar, construir, instalar y mantener las obras preliminares y temporales necesarias para llevar a cabo un proyecto. En tanto el contratista deberá:

- De ser necesario proveer, mantener y operar campamentos para el personal.
- Ejecutar instalaciones provisionales cómo: depósitos, talleres, etc.
- Movilizar los elementos de construcción: maquinaria, equipos, accesorios, etc.
- Mantener caminos de accesos durante la ejecución de la obra.
- Limpieza y reacondicionamiento de las áreas usadas por el contratista.

### **4.5.2.2 Movimiento de Tierras**

#### **Excavaciones**

##### **Descripción de los trabajos**

La partida en mención tiene como actividades: excavar, remover, cargar, llevar y poner en los sitios de colocación de taludes, los materiales que provienen de los cortes son clasificados como: Material suelto, requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los plano y secciones transversales de la tesis en estudio, así como los cambios que el supervisor considere pertinente. Además, se debe mover la capa vegetal y otros materiales blandos existentes. Se debe tener en cuenta en las excavaciones del canal y terreno. Las excavaciones contarán con las medidas previas al nivel de la napa freática, para sí evitar su contaminación y otros daños contiguos.

### **Excavación para la explanación**

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse el terraplén, incluyendo taludes.

### **Excavación complementaria**

Se realiza excavaciones necesarias para el drenaje, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, también se busca mejorar obras similares o existentes.

### **Excavación en zonas de préstamo**

El trabajo alcanza el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes derivados de la excavación de la explanación, demandados para la ejecución de los terraplenes.

### **Clasificación de la excavación**

#### **Material suelto**

Se considera al conjunto de excavaciones y nivelaciones comprendidas en las zonas del prisma en donde se fundará el terraplén. Además de ello, se incluye los taludes

Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Cualquier material que sea derivados de las excavaciones que sean aprovechables, tomando en cuenta el plano, supervisor o especificaciones técnicas. Se utilizarán en la construcción. El contratista no podrá usarlo para fines diferentes al contrato, salvo acuerdo con el supervisor.

El material que sobre producto de la excavación será colocada en zonas que el supervisor las apruebe. Se colocarán en tal forma que no produzcan ningún daño al drenaje de los terrenos que ocupen, a la claridad en la canal ni a la permanencia de los taludes o del terreno al lado y debajo de los canales. Todo el material que sobre se deberá extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas, sin retraso y sin causar erosión, y se deberán otorgar para mostrar una buena apariencia.

### **4.5.2.3 Rellenos**

El contratista verá la preparación de superficies de fundación, conformación y compactación de rellenos, de conformidad con los planos y/o indicaciones autorizadas previamente por la Supervisión. Los rellenos serán construidos según el trazo, alineamientos y secciones transversales, indicados en los planos o por el Supervisor, para confinar las estructuras y para el afirmado de los caminos de acceso. Los materiales para los diversos rellenos deberán obtenerse de las excavaciones realizadas en cantera.

#### **Clasificación de los rellenos según la procedencia del material compactado**

##### **Material Propio**

El material propio es el que se extrae de la zona a trabajar, por consecuencia el contratista deberá depositar los mismos en un lugar adecuado, en que caso de no ser utilizado. Por consecuencia el contratista no cobrará por transportar el material propio.

##### **Material Transportado**

Se denomina material transportado, al material que fue traído de la cantera, los que se usaran en los rellenos de las estructuras. La distancia de un punto al otro se medirá en función del centro de gravedad de la cantera, al centro de gravedad del canal en mención.

##### **Relleno Masivo compactado (R)**

Los rellenos provienen de las excavaciones, material granular tipo SP, salvo el supervisor crea conveniente traer material de otras áreas.

El material no deberá contener, ramas de árboles, así como plantas, basura, etc. También no habrá piedras mayores a 4”.

El material se colocará una vez se haya compactado la superficie de fundación, y las capas serán ejecutadas, teniendo un espesor de 0.30 m, extendiéndose y distribuyéndose por la zona del terraplén, con los alineamientos y cotas establecidos. Dejando así una superficie lisa y uniforme. El supervisor de la obra, será quien

aprobará, siendo su superficie cortada y humedecida superficialmente para que así se adhiera a la capa. En caso de materiales granulares, la densidad relativa deberá ser superior al 80 %.

Bajo el método de proctor standart que se realizará en laboratorio, se obtendrá el óptimo contenido de humedad. Antes de usarse vera que el material a usarse tenga un contenido de humedad de alrededor de 2 %.

El traslape lateral de capa no deberá ser menor a 0.50 m, en el caso de que se necesite realizar un ensayo de contenido de humedad, se hará previa coordinación con el supervisor.

### **Relleno de Afirmado para caminos**

De acuerdo a las especificaciones de los planos, se añadirán capas de en los caminos propios de la obra, así como el mejoramiento y mantenimiento de los caminos hacia el canal. Según la granulometría, se procederá a buscar el material optimo en las canteras, la cual cumplirá los rangos que indican en la siguiente tabla.

**Tabla 34:** Rangos Granulometría

Malla N°	Porcentaje que pasa
3"	100 - 100
1½"	100 - 70
1"	90 - 55
¾"	80 - 45
3/8"	70 - 30
N°4	65 - 25
N°10	60 - 15
N°40	17- 48
N°200	2 16

Fuente: Elaboración Propia

- Límites de Atterberg
- Límite líquido 30%
- Índice de plasticidad 6% < IP < 9%

El material se instalará en capas horizontales uniformes con un espesor de cerca de 0,120 m todo según lo establecido en los lineamientos y cotas del plano.

#### **4.5.2.4 Obras de Concreto**

##### **Descripción de los trabajos**

A las especificaciones técnicas para la construcción de concretos. Los trabajos de concreto se ejecutarán conforme a las Especificaciones que se mencionarán a continuación:

- ACI 318 Building Code Requirements
- Concrete Manual – Bureau of Reclamation
- ASTM
- Reglamento Nacional de Edificaciones

El concreto a usarse deberá cumplir cómo mínimo lo siguiente:

La resistencia especificada a la rotura por compresión, en kg/cm<sup>2</sup>, se establecerá por intermedio de ensayos de cilindros estándar de 15 x 30 cm elaborados y comprobados en concordancia con la ASTM C39, siendo las deducciones de rotura interpretados según las recomendaciones del ACI 214, a los veintiocho (28) días de edad.

La dimensión máxima del agregado grueso de acuerdo las resistencias descritas del concreto.

##### **Materiales**

Se usará cemento Portland, materiales pétreos, agua y aditivos. La dosificación servirá para trabajar de manera correcta al concreto tanto en resistencia, como en impermeabilidad y durabilidad.

##### **Cemento**

El cemento Portland para los concretos, morteros y rociado estará en concordancia con las especificaciones ASTM C-150. Se empleará el denominado Tipo I o Cemento Portland Normal. Todos los lotes de cemento en bolsa deberán ser acumulados para aprobar el acceso necesario para su registro o identidad y deberán estar debidamente protegidos de la humedad. Si el cemento es

entregado a granel, el Contratista deberá instalar sitios adecuados para su almacenamiento y los correspondientes equipos de succión de polvo. Cualquier cemento no puede estar por más de 90 días en el almacén, de ser así, el contratista deberá retirarlo. El Contratista presentará los certificados de prueba de la fábrica habitualmente durante el adelanto de la obra, para el consentimiento de la Supervisión.

### **Agregados**

#### **Generalidades**

Los agregados a utilizar deberán cumplir con las peculiaridades mínimas de los agregados ensayados en el estudio de canteras elaborado para el actual proyecto.

El Contratista presentará un plan o sistema de trabajo para la explotación de las áreas de préstamo, donde deberá considerar el adecuado manejo de los yacimientos para evitar la contaminación de áreas con materiales de estériles y desmonte.

**Tabla 35:** *Tipos de sustancias*

<b>Material dañino</b>	<b>% en peso</b>
Material que pasa el tamiz N° 200 (ASTMC-C-110)	0.5
Materiales ligeros (ASTM-C-30)	2
Grumos de arcilla (ASTM-C-142)	0.5
Total de otras sustancias dañinas como granos recubiertos, partículas blandas y limo)	1.0

Fuente: Elaboración Propia

Los agregados estarán limpios, estables y el material estará formado por partículas duras. El contratista hará pruebas de que efectivamente el concreto y mortero es apto, resistente y duro. El cual será aprobado por el supervisor de la obra, quien le dará la autorización para su uso.

#### **Agregado fino (arena)**

La arena para la mezcla del concreto y para uso en mortero, debe cumplir con lo indicado en la norma ASTM C-33. La arena se obtendrá de depósitos naturales o ser producto de trituración mecánica en el sitio de la obra o como una combinación de ambos.

La Supervisión podrá exigir que la arena utilizada sea sometida a las pruebas determinadas por la ASTM, tales como:

Prueba de arena equivalente (prueba de la División de Caminos de California N° 217), el valor equivalente de arena no será menor de 80.

La arena deberá pasar las mallas estándar (ASTM – C – 136) la que cumplirá los siguientes límites.

**Tabla 36: Porcentajes de peso**

Malla	Porcentajes de peso que pasa la malla			
	Límites Totales %	Grueso %	Medio %	Fino %
9,50 mm ( 3/8")	100	100	100	100
4,75 mm (N° 4)	89 - 100	95 - 100	85 - 100	89 - 100
2,36 mm (N° 8)	65 - 100	80 - 100	65 - 100	80 -100
1,18 mm (N° 16)	45 - 100	50 - 85	45 - 100	70 - 100
600 mm (N° 30)	25 - 100	25 - 60	25 - 80	55 - 100
300 mm (N° 50)	05_70	10_30	04_48	04_70
150 mm (100)	0 - 12	2_10	0 - 12	1 - 12
*) Incrementar a 15% para agregado fino triturado				

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de la arena gruesa varían entre 2.40 y 2.90. Sin embargo, el módulo de finura no sobre pasará de tres (03) si el promedio de quince (15) pruebas próximas no presentara un cambio mayor de 0.20.

### **Agregado grueso**

Es la mezcla del concreto la misma que estará compuesto por piedra natural, grava partida, piedra chancada o una combinación de ellas, con dimensiones mínima y máxima de 3/16" y 1½" (4,8 mm y 38 mm), respectivamente. Se realizarán las pruebas de:

- Prueba en máquina Los Ángeles (ASTM-C131)
- Prueba de sulfato de sodio (ASTM-C-88)
- Peso específico (ASTM-C-127) El peso específico
- No será menor de 2,6 t/m3

En la siguiente tabla se verá la manera en cómo deben ser separadas los agregados gruesos.

**Tabla 37: Clases - Agregados**

Clase	Intervalo de Dimensiones	% en peso mínimo retenidos en los tamices indicados
3/4"	3/16" - 3/4"	56% al 3/8"
1"	3/4" - 1"	50% al 7/8"
1½"	1" - 1½"	25% al 1 ¼"

Fuente: Elaboración Propia

### **Agua**

Para mezclar y curar el concreto se empleará agua limpia y libre de cantidades que generen daño, como: Sales, aceites, materia orgánica o mineral y cualquier otra sustancia que pueda generar menor resistencia, durabilidad o calidad del concreto. Para la mezcla y el curado del concreto, se deberá tener un pH comprendido entre 5.5 y 8.5. Las sustancias disueltas en el agua no sobrepasarán de 1 000 ppm del ion cloro, ni más de 600 ppm de sales de sulfato, expresados como SO<sub>4</sub>. El total de sales solubles del agua no excederá de 1500 ppm.

### **Aditivos**

Los aditivos en el concreto varían y entre sus características están (incorporadores de aire, plastificantes retardadores, aceleradores, endurecedores, etc.), pueden ser autorizados en la elaboración del mismo, añadiéndolo razonablemente a la mezcla perennemente y cada vez que sea necesario, en ritmos determinadas por el Contratista y con el visto bueno del supervisor, en base a ensayos de laboratorios.

Cuando sea el caso se usarán aditivos, los mismos que deberán cumplir las normas pre establecidas, cómo las mencionadas a continuación:

Aditivos incorporados de aire ASTM 260

Aditivos como aceleradores, retardadores, plastificantes o reductores de agua ASTM 494.

Los aditivos deberán tener la misma composición y se usarán las proporciones consideradas en el diseño de mezclas. Adicionalmente no se usarán aditivos que tengan en su composición química cloruro de calcio en zonas en donde se embeban elementos galvanizados o de aluminio.

### **Clases de concreto a usar en obra**

Las características del cemento y las proporciones más adecuadas de agregado fino y grueso, se determinarán mediante estudios realizados en laboratorio.

Donde se verá que el concreto presente características uniformes y manejables al momento de trabajarlo.

Se hará el diseño de las mezclas de concreto por peso, en base al siguiente cuadro:

**Tabla 38:** *Consideraciones del concreto*

<b>F´C</b>	<b>Relación Máxima</b>	<b>Slump</b>	<b>Tamaño Máximo</b>
<b>Kg/cm2</b>	<b>Agua - Cemento</b>	<b>(Pulgadas)</b>	<b>Agregado</b>
100	0.7	3"	1 ½"
140	0.61	4"	1 ½"
175	0.51	3"	1 ¾"
210	0.45	3"	1 ½"

Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos se harán con un periodo de anticipación, evitando así un retraso en la obra. Teniendo los resultados verídicos y con los cuales se procederán a trabajar.

Para determinar la resistencia a la compresión, en kg/cm2 se llevará en cilindros de prueba de 6" x 12", de acuerdo con la Norma ASTM C-39.

Las ensayos y análisis de concreto, serán hechas por el Contratista con una frecuencia de 6, 7 y 28 días, en el cual las mezclas podrán ser cambiadas siempre y cuando se respete la economía, facilidad de trabajo, densidad, impermeabilidad, acabado de la superficie, firmeza y compatibilidad del tamaño máximo uniformes con el

material no chancado; el agregado será lavado en mallas por rociado de agua antes de ser elevado en mallas finales en la planta de agregados.

Todo agregado grueso de cumplir con la siguiente norma, las mismas que pueden ser llevadas a cabo con la autorización del supervisor.

Prueba de los Ángeles (designación ASTM C-131).

Prueba del sulfato de sodio (designación ASTM C- 88)

Gravedad específica (designación ASTM C127)

La gravedad específica no será menor a 2.6, así mismo los agregados gruesos:

**Tabla 39: Clases de Agregados**

	<b>Intervalo</b>	<b>% en Peso Mínimo Retenido</b>
<b>Clase</b>	<b>de Dimensiones</b>	<b>en los Tamices Indicados</b>
¾"	3/16" – ¾"	56% al 3/8"
1"	¾" – 1"	50% al 7/8"
1 ½"	¾" – 1 ½"	25% al 1 ¼"
3"	1 ½" – 3"	25% al 2 ¾"
6"	3" – 6"	25% al 5"

Fuente: Elaboración Propia

Los agregados gruesos pueden llegar de canteras ubicadas en el lugar del que no cumplan lo descrito en las especificaciones técnicas, siempre y cuando demuestren con pruebas, que la resistencia y durabilidad del concreto producido son de calidad. No sin antes previa coordinación con el supervisor.

#### **4.5.2.5 Preparación, Transporte y colocación de concreto**

##### **Preparación**

El contratista proporcionará una planta de dosificación de mezclado, el mismo que suministrará las facilidades adecuadas

para la medición y control de cada uno de los materiales que componen la mezcla.

De referencia, se emplearán mezcladores que pesen los agregados que intervienen en la mezcla, así como el cemento y aditivos cuando sea necesario. El cemento será pesado con una precisión de 1% por peso, o por bolsa. En este último caso, las bolsas serán de 42.5 Kilos netos.

El agua será mezclada por peso o volumen, medio con una precisión de 1%.

El tiempo de mezclado de cada tanda de concreto después que todos los materiales, incluyendo el agua, se encuentren en el tambor, será:

El tiempo de mezcla se aumentará si la operación de carguío y mezcla, deja de producir una tanda uniforme.

De usarse concreto pre – mezclado deberá cumplir con las partes aplicables en las especificaciones ASTM C – 94 “Especificaciones para concreto premezclado”

El Contratista deberá ajustar la secuencia de mezclado, tiempo de mezclado y, en general, hacer los cambios necesarios para obtener concreto de calidad especificada.

### **Transporte**

El concreto será llevado al lugar de la obra, en estado plástico el mismo que por métodos de separación de pérdidas impidan, la separación de sus ingredientes. De tal manera que se asegure la obtención de la calidad requerida de concreto para la obra.

El equipo de transporte será de tamaño y diseño tal, que asegure el flujo conveniente de concreto en el punto de entrega. El equipo o herramientas de conducción y las operaciones verificarán con las siguientes especificaciones.

Se mantendrá un vibrador de repuesto en la obra durante todas las operaciones de concreto. No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa antes de que la capa inferior haya sido completamente vibrada. El Contratista someterá periódicamente los vibradores a

pruebas de control. Después de la consolidación y colocación, todas las partes de la estructura de concreto serán de calidad uniforme y buena, teniendo adecuada resistencia y durabilidad con el mortero y los agregados gruesos distribuidos uniformemente a través de la masa de concreto.

### **Temperatura**

Durante el vaciado, la temperatura del concreto deberá ser la más baja posible. Si la temperatura del concreto es a 32°C se ceñirá a las recomendaciones del ASTM C – 94 y ACI – 207.

### **Acabado de la Superficie del Concreto**

Las superficies expuestas de concreto serán uniformes y libres de vaciados, aletas y defectos similares. Los defectos menores serán reparados, relleno con mortero y enrasado según procedimientos de construcción normales. Los defectos más serios serán picados a la profundidad indicada, rellenos con concreto firme o mortero compactado y luego enrasado para conformar una superficie llana.

### **Concreto ciclópeo $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 25\% \text{ p.m}$**

En los lugares indicados en los planos de obra específicos se construirá muros de concreto ciclópeo de acuerdo a las condiciones específicas. El concreto ciclópeo se logrará a base de una mezcla de cemento: hormigón a la que se añadirá piedra grande en un porcentaje no mayor del 25% y con una dimensión aproximadamente de 10 “.

Las exigencias del control de calidad de materiales, dosificación y mezclado estarán de acuerdo a las especificaciones para concreto simple.

Se cuidará de que, al momento de la colocación del concreto, éste bañe en su totalidad la piedra para evitar los vacíos.

El precio unitario se ha determinado mediante la estimación de costos de mano de obra, materiales, equipos y herramientas, para la fabricación de concreto ciclópeo cemento – hormigón 1/8 adicional con hasta el 25% de piedra mediana y de una resistencia

de  $f'c = \text{Kg/cm}^2 + 25\% \text{ PM}$  según corresponda o indique en los planos.

#### **4.5.2.6 Pruebas**

Todos los materiales y agregados, los diseños de mezcla propuestos y del concreto resultante, serán sometidos a pruebas para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las Especificaciones de la Obra. a) Pruebas de materiales, para verificar el cumplimiento de las especificaciones b) Obtención de muestras de materiales en las plantas o en lugares de almacenamiento durante la Obra y pruebas para ver su cumplimiento con las especificaciones c) Verificación y pruebas de los diseños de mezcla d) Pruebas de resistencia del concreto. Se obtendrá una muestra de concreto cada 25 m<sup>3</sup> por dosificación de concreto elaborado, hasta completar 100 m<sup>3</sup>. Posteriormente se obtendrá una muestra cada 100 m<sup>3</sup>. En ningún caso deberá vaciarse una determinada mezcla sin obtener muestras del concreto obtenidas de acuerdo con las especificaciones ASTM-C-172

#### **4.5.2.7 Encofrado y desencofrado**

Está conformada por madera de buena calidad y de igual espesor, listones de madera, tornillo de dimensiones 2"x3" y triplay de 18 mm, que conformarán los paneles de encofrado, sus dimensiones dependerán de las dimensiones de las obras a ejecutar.

En el caso de losas, etc. No se deberá desencofrar antes de los 14 días y de haber chequeado la segunda serie de probetas.

La unidad de metrado es el metro Cuadrado (M<sup>2</sup>), la valorización se obtiene mediante multiplicación de la cantidad de metrado realizado y el correspondiente costo unitario.

#### **Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , Revestimiento de Canales $e = 0.08 \text{ m}$ Incluye Cerchas**

El concreto simple de la clase  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  será utilizado para el revestimiento de los canales, el cual será colocado sobre el fondo

y taludes de los canales, considerando el uso de cerchas para poder controlar el espesor del revestimiento de 8 cm de la losa de fondo y taludes y de listones para el control del espesor de los frisos laterales, el espaciamiento de las cerchas serán cada 4.0 m el cual está indicado en los planos coincidente con las juntas de contracción del canal indicada en los planos.

### **Método de Medición**

Esta partida será medida en m<sup>2</sup> (metro cuadrado) de concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  de 8 cm de espesor, área calculado de acuerdo con la sección de revestimiento indicado en los planos.

Base para el Pago

El pago será por metro cuadrado (M<sup>2</sup>) de concreto colocado, al costo unitario de contrato, con las características y procedimiento señalado en las presentes especificaciones.

Cabe señalar que dicho pago considera los costos de mano de obra, herramientas, materiales, cerchas y listones (incluye materiales, habitación, instalación y desinstalación) y equipos necesarios para la preparación, transporte, vaciado, vibrado, acabado y curado.

Recubrimientos

Esta partida comprende trabajos factibles de realizarse en muros y paredes. Durante el proceso de construcción deberán tomarse todas las precauciones necesarias para no causar daños a los revoques terminados.

### **Descripción**

La mano de obra y los materiales necesarios deberán ser tales que garanticen la buena ejecución de los revoques de acuerdo al proyecto.

El revoque deberá ejecutarse previa limpieza y humedeciendo las superficies donde debe ser aplicado de mortero cemento – arena 1:3.

La mezcla del mortero para este trabajo será de proporción 1:3 cemento – arena y deberá zarandearse para lograr su uniformidad.

### **Método de Medición**

El trabajo ejecutado de acuerdo a las prescripciones anteriores antes dicha se medirá en metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **Bases de Pago**

El área medida en la forma antes descrita será pagada al precio unitario del contrato por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **Concreto armado**

#### **Concreto f'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>**

Se considera el mismo criterio tomado en el ítem 4.03 de las presentes especificaciones, que comprende el proceso y cuidados a seguir para una mejor obtención y tratamiento del concreto. El precio unitario contiene los costos de mano de obra, materiales, equipos y herramientas, para mezclar, vaciar, vibrar, realizar el curado en el concreto armado de resistencia f'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Su unidad (M3)

#### **4.5.2.8 Acero estructural fy = 4200 Kg/cm<sup>2</sup>**

##### **Suministro e instalación**

El Contratista tiene que garantizar el suministro total (varillas de acero) para la fabricación de los elementos de estructurales.

Todo material de refuerzo, respetará lo indicado en las Especificaciones ASTM A-615, acero Grado 60. Las varillas tienen que cumplir con un límite de fluencia de 4,200 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.5.2.10 Juntas**

##### **Juntas de Contracción**

Todas las juntas son de 1.27 cm. de ancho y profundidad 1.27 cm. espaciados cada 4 m. Las juntas serán rellenas con Tecknoport de ½".

Previo al vaciado se tiene que revisar que las áreas estén totalmente limpias para así proceder a aplicar una capa de imprimación que mejore la adhesión.

### **Juntas de Dilatación**

Las juntas dispuestas en el canal será cada 16 m. y de 1.27 cm (Ancho y espesor). Se le aplicará una mezcla de arena gruesa y asfalto con proporción 5:1

Las juntas serán rellenadas con una mezcla de arena gruesa limpia y asfalto, con una proporción en peso de arena: asfalto de 5:1.y serán selladas con Sikaflex 1A ó similar, previa limpieza de la junta.

### **Juntas con Water Stop” de 6”**

Se emplearán water stop de 6”, como indica los planos, entre los paños de concretos se empleará el tecknoport, que estará en contacto con el agua.

Algún cambio de ubicación ú omisión de las juntas tiene que aprobarse por el supervisor. El Supervisor podrá aceptar propuestas del Contratista, para cambiar la ubicación de juntas en alguna estructura, después que hubiesen completamente dibujado y entregado los respectivos planos, siempre que el costo de su revisión y nuevos dibujos sean por cuenta del Contratista.

#### **4.5.2.10 Carpintería metálica**

##### **Suministro e instalación de compuertas metálicas 0.50x0.80**

Las compuertas será producto local, las planchas y perfiles tipo A-36 cuyo esfuerzo es 1280 Kg/cm<sup>2</sup>.

La calidad tiene que cumplir con las normas ASTM A-283.

El espesor de las planchas y perfiles es de ¼”.

Las compuertas instaladas en cada toma lateral respetarán lo especificado en los planos. La unidad de medida de pago será la unidad (U.)

#### **4.5.2.11 Suministro e Instalación de Tubería de PVC Ø = 37” C-7.5**

##### **Descripción**

Consiste en el suministro e Instalación y Puesta en Servicios de Tuberías y Accesorios de PVC-UF de acuerdo a la Norma Nacional

NTP ISO 21138 - 2010. Para su colocación se tiene que respetar lo indicado en el RNE y la NTP ISO 21138:2010.

La técnica para instalar la tubería deberá ser la más óptima posible, a fin de evitar daños a los tubos, que puede repercutir en un mal funcionamiento del sistema; para lo cual debe tenerse en cuenta los sucesos siguientes:

### Suministro de tubería

**Tabla 40:** Suministro de Tubería

N°	Características	Unidad	Valor mínimo requerido
<b>I</b>	<b>Datos Generales</b>		
1.1	Fabricante		BR LOC
1.2	Producto		Tubo PVC-U
1.3	Tipo		Pared Estructurada
1.4	Norma de Fabricación		ISO 9969 NPT 399.162-1
1.5	Certificación de Producto		ISO 1167-1 ABNT NBR 07362-0 ABNT NBR 14312/0
1.6	Documentación Técnica		Catálogo en español
<b>II</b>	<b>Características de Operación</b>		
2.1	Flujo a transportar		A gravedad
2.2	Fluido		Agua para irrigación agrícola
<b>III</b>	<b>Características Físicas</b>	<b>Unidad</b>	
3.1	Material		Policloruro de vinilo – PVC
3.2	Rigidez nominal (SN)	kN/m <sup>2</sup>	SN 3
3.3	Diámetros nominales	mm	1000 mm

3.4	Longitud estándar	m	6
3.5	Sistema de unión		Flexible - Anillo de caucho y Lubricante
3.6	Accesorios		Silla Tee corrugada / Codos inyectados

Fuente: Elaboración Propia.

En las tuberías se tiene que conocer el diámetro y rigidez, esta última tiene que ser la misma en toda la longitud de la tubería como en la campana para que garantice un empalme seguro. La rigidez nominal se expresa en  $\text{Kn/m}^2$  y se mide según la norma ISO 9969, en este caso tiene  $1.3 \text{ Kn/m}^2$ .

#### **Certificación de Calidad Requerida**

La certificación de calidad se avalará con los siguientes certificados del fabricante, el cual la contratista deberá presentar, antes que coloque las tuberías.

#### **Sello de conformidad**

Por una empresa reconocida ante INDECOPI ajustable a las tuberías de PVC. Este medio de certificación incluye, también el respeto de la norma, la valoración y supervisión del sistema de calidad para la fabricación, producción y ensayos de lotes llegados.

#### **Empalme de tuberías**

La conexión entre tubos se ejecutará habitualmente a través del método Espiga-Campana, el tipo de empalme tiene que ser unión flexible usando aros de caucho. El aro cumplirá con la norma NBR 14725.

#### **Transporte y almacenaje**

La tubería para su acumulación debe colocarse en un área pareja que le permita apoyar toda su longitud en el suelo. Conjuntamente, deberá acumularse bajo sombra y sin sobrepasar de 3 filas. Para su maniobra se evitará golpearlos a la hora de trasladarlos a la zona de trabajo.

#### **Instalación de tubería**

El avance de la instalación dependerá si se cuenta con personal calificado.

Previo a colocar la tubería en zanja:

Revisar que la zanja este totalmente limpia.

La colocación de tubería a la zanja será manualmente y con cuidado.

### **Colocación**

Por su cómoda maniobra será instalada rápidamente. Para colocar los tubos será 2 a más personas, dado que el tubo en estudio es de 37 pulgadas.

### **Unión de la Tubería**

Una unión flexible con anillo de jebe y lubricante vegetal. Tanto la espiga donde va anillo de jebe como la campana, deben estar limpios de materiales orgánicos, residuos, piedras y grasa. Para embonar la tubería coloque una capa delgada de grasa en el borde del anillo y dentro de la campana del tubo, empuje la espiga del tubo (que contiene el anillo) desde el otro lado del tubo (donde va la campana) hasta que integre al fondo de la campana. Puede hacer uso de maderas para facilitar la unión de la tubería o tacos en el extremo de la campana para ayudar a empujar el tubo. (Cabanillas, 2018)

Posteriormente, se seguirá las siguientes instrucciones para el ensamblaje:

Se limpiará afinadamente el interior de la campana y la parte exterior de la espiga del otro tubo, así como el anillo.

## 4.6 Costos y presupuestos

### 4.6.1 Resumen de metrados

#### 4.6.1.1 Resumen de metrados de la infraestructura de Riego: Canal revestido

Tabla 41: Tabla de metrados – Concreto

01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.01	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	Glb	1
02	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
02.01	Caseta de almacén , oficina con parantes de madera y calamina	m2	48.00
02.02	Cartel de Obra de 2.00 m x 3.60 m	Unid	1.00
03	<b>BOCATOMA</b>		
03.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	1,400.00
03.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	1,400.00
03.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
03.02.01	Excavación Manual en Roca Suelta	m3	372.80
03.02.02	Relleno Compactado con Material Propio Seleccionado	m3	182.00
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>		
03.03.01	Concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	463.88
03.03.02	Concreto Ciclopeo $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m3	8.08
03.03.03	Mampostería de Piedra $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m3	7.70
03.03.04	Acero de Refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg	1,000.00
03.03.05	Encofrado y Desencofrado	m2	2,264.00
03.04	<b>INSTALACIONES HIDROMECANICAS</b>		
03.04.01	Compuerta Metalica con volante	unid	1.00

04	<b>CANAL DE CONCRETO F= 175KG/CM2</b>		
04.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
04.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	33,523.20
04.01.02	Trazo nivelación y Replanteo	m	12,416.00
04.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
04.02.02	Excavación manual	m3	41904.00
04.02.03	Relleno Compactado con Material Propio Seleccionado	m3	16781.60
04.02.04	Eliminación de Material Excedente D=80 M.	m3	35,618.40
04.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>		
04.03.01	Concreto fc=175 kg/cm2		3,228.16
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	12,416.00
04.04	<b>JUNTA</b>	m	14,792.64
05	<b>TOMA PARCELARIA</b>		
05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
05.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	250.09
05.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo		294.15
05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
05.02.01	Excavación en Roca Suelta	m3	33.78
05.02.02	Relleno compactado con material propio	m3	21.49

05.02.03	Eliminación de material excedente	m3	12.28
05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>		
05.03.01	Concreto fc=175 kg/cm2	m3	56.67
05.03.02	Mampostería de Piedra Asentada con fc=140 kg/cm2 + 30% PM	m3	11.53
05.03.03	Encofrado y Desencofrado	m2	388.93
05.04	<b>JUNTAS</b>		
05.04.01	Junta de dilatación 1"	M	249.20
05.05	<b>INSTALACIONES HIDROMECANICAS</b>		
05.05.01	Compuerta Metalica Tipo Tarieta	Unid	89.00

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.6.1.2 Resumen de metrados de la infraestructura de Riego: Canal con tubería de PVC

**Tabla 42: Tabla de metrados – PVC**

ITEM	DESCRIPCION	UNID	Total
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
01.01	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	Glb	1
<b>02</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
02.01	Caseta de almacén , oficina con parantes de madera y calamina	m2	48.00
02.02	Cartel de Obra de 2.00 m x 3.60 m	Unid	1.00
<b>03</b>	<b>BOCATOMA</b>		
<b>03.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	1,400.00
03.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	1,400.00
<b>03.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
03.02.01	Excavacion Manual en Roca Suelta	m3	372.80
03.02.02	Relleno Compactado con Material Propio Seleccionado	m3	182.00
<b>03.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>		
03.03.01	Concreto fc'=210 kg/cm2	m3	483.88
03.03.02	Concreto Ciclopeo fc=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	8.08
03.03.03	Mamposteria de Piedra fc=140 kg/cm2 + 30% PM	m3	7.70
03.03.04	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	882.59
03.03.05	Encofrado y Desencofrado	m2	2,284.00
<b>03.04</b>	<b>INSTALACIONES HIDROMECAICAS</b>		
03.04.01	Compuerta Metálica con volante	unid	1.00
<b>04</b>	<b>CANAL DE TUBERÍA</b>		
<b>04.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>		
04.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	18,812.00
04.01.02	Trazo nivelación y Replanteo	m	12,408.00
<b>04.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
04.02.01	Excavación de zanja	m3	27918.00
04.02.02	Refine y nivelación de zanjas	m2	3102.00
04.02.03	Cama de apoyo con material propio (e=0.25 m)	m3	4,653.00
04.02.04	Tapado de zanja	m3	4,653.00
04.02.05	Eliminación de material Excedente	m3	30,244.50
<b>04.03</b>	<b>ANCLAJE DE CONCRETO</b>		
04.03.01	Concreto fc=140 kg/cm2	m3	24.50
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	56.00
<b>04.04</b>	<b>INSTALACIÓN DE TUBERÍA</b>		
04.04.01	Suministro e instalación de tubería PVC	m	12408.00
04.04	<b>PRUEBA HIDRÁULICA</b>		

04.04.01	Prueba hidráulica	m	12.408.00
<b>05</b>	<b>TOMA PARCELARIA (89)</b>		
<b>05.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
05.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	66.75
05.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo		153.53
<b>05.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
05.02.01	Excavación en Roca Suelta	m3	20.03
05.02.02	Relleno compactado con material propio	m3	7.74
05.02.03	Eliminación de material excedente	m3	12.28
<b>05.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>		
05.03.01	Concreto $f_c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	56.67
05.03.02	Mampostería de Piedra Asentada con $f_c=140$ kg/cm <sup>2</sup> + 30% PM	m3	11.53
05.03.03	Encofrado y Desencofrado	m2	388.93
<b>05.04</b>	<b>JUNTAS</b>		
05.04.01	Junta de dilatación 1"	M	249.20
<b>05.05</b>	<b>INSTALACIONES HIDROMECANICAS</b>		
05.05.01	Compuerta Metalica Tipo Tarjeta	Unid	89.00

Fuente: Elaboración Propia

## 4.6.2 Presupuesto General

### 4.6.2.1 Presupuesto - Concreto

S10

Página

1

#### Presupuesto

Presupuesto 1101001 ANALISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
 Subpresupuesto 001 CANAL DE RIEGO ABIERTO DE CONCRETO EL MORO  
 Cliente MUNICIPALIDAD DE LAREDO Costo al 01/12/2019  
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - LAREDO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>5,623.10</b>
01.01	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	glb	1.00	5,623.10	5,623.10
02	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>3,872.61</b>
02.01	Caseta de almacén, oficina con parantes de madera y catamina	m2	48.00	62.76	3,012.48
02.02	Cartel de Obra de 2.00 m x 3.60 m	und	1.00	860.13	860.13
03	<b>BOCATOMA</b>				<b>316,806.83</b>
03.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>7,476.00</b>
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	1,400.00	3.03	4,242.00
03.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	1,400.00	2.31	3,234.00
03.02	<b>MOVIMIENTO DE TIRRAS</b>				<b>24,138.14</b>
03.02.01	Excavación Manual en Roca Suelta	m3	372.80	48.75	18,174.00
03.02.02	Relleno Compactado con Material Propio Seleccionado	m3	182.00	32.77	5,964.14
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>284,283.19</b>
03.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	463.88	455.33	211,218.48
03.03.02	Concreto Ciclopeo f'c=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	8.08	352.37	2,847.15
03.03.03	Mampostería de Piedra f'c=140 kg/cm2 + 30% PM	m3	7.70	332.15	2,557.56
03.03.04	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,000.00	5.40	5,400.00
03.03.05	Encofrado y Desencofrado	m2	2,264.00	27.50	62,260.00
03.04	<b>INSTALACIONES HIDROMECANICAS</b>				<b>903.50</b>
03.04.01	Compuerta Metálica con volante	und	1.00	903.50	903.50
	<b>CANAL DE CONCRETO F= 175KG/CM2</b>				<b>4,231,591.65</b>
04.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>130,256.26</b>
04.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	33,523.20	3.03	101,575.30
04.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	12,416.00	2.31	28,680.96
04.02	<b>MOVIMIENTO DE TIRRAS</b>				<b>2,036,492.49</b>
	Excavación Manual	m3	41,904.00	14.87	623,112.48
	Relleno Compactado con Material Propio Seleccionado	m3	16,761.60	32.77	549,277.63
04.02.05	Eliminación de material Excedente	m3	35,618.40	24.26	864,102.38
	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>1,745,721.88</b>
	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	3,228.16	435.01	1,404,281.88
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	12,416.00	27.50	341,440.00
	<b>JUNTAS</b>				<b>319,521.02</b>
	Junta de dilatación 1"	m	14,792.64	21.60	319,521.02
05	<b>TOMA PARCELARIA</b>				<b>81,497.74</b>
05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1,437.26</b>
05.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	250.09	3.03	757.77
05.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	294.15	2.31	679.49
05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIRRAS</b>				<b>2,648.92</b>
05.02.01	Excavación Manual en Roca Suelta	m3	33.78	48.75	1,646.78
05.02.02	Relleno compactado con material propio	m3	21.49	32.77	704.23
05.02.03	Eliminación de material Excedente	m3	12.28	24.26	297.91
05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>40,328.82</b>
05.03.01	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	56.67	455.33	25,803.55
05.03.02	Mampostería de Piedra Asentada con f'c=140 kg/cm2 + 30% PM	m3	11.53	332.15	3,829.69
05.03.03	Encofrado y Desencofrado	m2	388.93	27.50	10,695.58
05.04	<b>JUNTAS</b>				<b>5,382.72</b>
05.04.01	Junta de dilatación 1"	m	249.20	21.60	5,382.72
05.05	<b>INSTALACIONES HIDROMECANICAS</b>				<b>31,700.02</b>
05.05.01	Compuerta Metálica Tipo Tarjeta	und	89.00	356.18	31,700.02
06	<b>FLETE</b>				<b>30,015.00</b>
06.01	FLETE TERRESTRE	und	1.00	30,000.00	30,000.00
06.02	FLETE RURAL	und	1.00	15.00	15.00

Fecha : 06/12/2019 8:26:49p. m.

**Presupuesto**

Presupuesto 1101001 ANALISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
 Subpresupuesto 001 CANAL DE RIEGO ABIERTO DE CONCRETO EL MORO  
 Cliente MUNICIPALIDAD DE LAREDO Costo al 01/12/2019  
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - LAREDO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	COSTO DIRECTO				4,689,800.93
	GASTOS GENERALES (6.28%)				292,329.54
	UTILIDADES (5%)				233,490.05
					-----
	SUB TOTAL				5,195,620.52
	IGV (18%)				840,564.17
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				6,036,184.69
SON : SEIS MILLONES TRENTISEIS MIL CIENTO OCHENTICUATRO Y 68100 NUEVOS SOLES					

Fecha : 06/12/2019 8:26:49p. m.

Figura 16: Presupuesto concreto

Fuente: Elaboración Propia

## 4.6.2.1 Presupuesto - PVC

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto 1101001 ANALISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
 Subpresupuesto 001 CANAL DE RIEGO CERRADO DE PVC EL MORO  
 Cliente MUNICIPALIDAD DE LAREDO Costo al 01/12/2019  
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - LAREDO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>5,623.10</b>
01.01	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	glb	1.00	5,623.10	5,623.10
02	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>3,872.61</b>
02.01	Caseta de almacén , oficina con parantes de madera y calamina	m2	48.00	62.76	3,012.48
02.02	Cartel de Obra de 2.00 m x 3.60 m	und	1.00	860.13	860.13
03	<b>BOCATOMA</b>				<b>316,800.83</b>
03.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>7,476.00</b>
03.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	1,400.00	3.03	4,242.00
03.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	1,400.00	2.31	3,234.00
03.02	<b>MOVIMIENTO DE TIRRAS</b>				<b>24,138.14</b>
03.02.01	Excavación Manual en Roca Suelta	m3	372.80	48.75	18,174.00
03.02.02	Relleno Compactado con Material Propio Seleccionado	m3	182.00	32.77	5,964.14
03.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>284,283.19</b>
03.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	463.88	455.33	211,218.48
03.03.02	Concreto Ciclopeo f'c=175 kg/cm2 + 30% PM	m3	8.08	352.37	2,847.15
03.03.03	Mampostería de Piedra f'c=140 kg/cm2 + 30% PM	m3	7.70	332.15	2,557.56
03.03.04	Acero de Refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,000.00	5.40	5,400.00
03.03.05	Encofrado y Desencofrado	m2	2,264.00	27.50	62,260.00
03.04	<b>INSTALACIONES HIDROMECAICAS</b>				<b>903.50</b>
03.04.01	Compuerta Metálica con volante	und	1.00	903.50	903.50
04	<b>CANAL DE TUBERÍA</b>				<b>8,235,772.55</b>
04.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>85,056.84</b>
04.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	18,612.00	3.03	56,394.36
04.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	12,408.00	2.31	28,662.48
04.02	<b>MOVIMIENTO DE TIRRAS</b>				<b>1,428,796.71</b>
04.02.01	Excavación de zanja	m3	27,918.00	14.87	415,140.86
04.02.02	Refino y nivelación de zanjas	m2	3,102.00	35.67	110,648.34
04.02.03	Camó de apoyo con material propio (c=0.10 m)	m3	4,653.00	9.98	46,436.94
04.02.04	Tapado de zanja	m3	4,653.00	26.40	122,839.20
04.02.05	Eliminación de material Excedente	m3	30,244.50	24.26	733,731.57
04.03	<b>ANCLAJE DE CONCRETO</b>				<b>8,864.28</b>
04.03.01	Concreto f'c=140 kg/cm2	m3	24.50	298.95	7,324.28
04.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	56.00	27.50	1,540.00
04.04	<b>INSTALACIÓN DE TUBERÍA</b>				<b>4,675,582.56</b>
04.04.01	Suministro e instalación de tubería PVC	m	12,408.00	376.82	4,675,582.56
04.05	<b>PRUEBA HIDRÁULICA</b>				<b>37,472.16</b>
04.05.01	Prueba hidráulica	m	12,408.00	3.02	37,472.16
05	<b>TOMA PARCELARIA</b>				<b>79,496.47</b>
05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>556.90</b>
05.01.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	66.75	3.03	202.25
05.01.02	Trazo Nivelación y Replanteo	m2	153.53	2.31	354.65
05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIRRAS</b>				<b>1,528.01</b>
05.02.01	Excavación Manual en Roca Suelta	m3	20.03	48.75	976.46
05.02.02	Relleno compactado con material propio	m3	7.74	32.77	253.64
05.02.03	Eliminación de material Excedente	m3	12.28	24.26	297.91
05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				<b>40,328.82</b>
05.03.01	Concreto f'c=175 kg/cm2	m3	56.67	455.33	25,803.55
05.03.02	Mampostería de Piedra Asentada con f'c=140 kg/cm2 + 30% PM	m3	11.53	332.15	3,829.69
05.03.03	Encofrado y Desencofrado	m2	388.93	27.50	10,695.58
05.04	<b>JUNTAS</b>				<b>5,382.72</b>
05.04.01	Junta de dilatación 1"	m	249.20	21.60	5,382.72
05.05	<b>INSTALACIONES HIDROMECAICAS</b>				<b>31,700.02</b>

Fecha : 06/12/2019 8:49:26p. m.

**Presupuesto**

Presupuesto 1101001 ANALISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
 Subpresupuesto 001 CANAL DE RIEGO CERRADO DE PVC EL MORO  
 Cliente MUNICIPALIDAD DE LAREDO Costo al 01/12/2019  
 Lugar LA LIBERTAD - TRUJILLO - LAREDO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.05.01	Compuerta Metálica Tipo Tarjeta	und	89.00	356.18	31,700.02
06	FLETE				<b>30,015.00</b>
06.01	FLETE TERRESTRE	und	1.00	30,000.00	30,000.00
06.02	FLETE RURAL	und	1.00	15.00	15.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>6,671,580.56</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>667,158.06</b>
	<b>UTILIDADES (5%)</b>				<b>333,579.03</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>7,672,317.65</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>1,290,884.50</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>8,873,202.15</b>

SON : OCHO MILLONES OCHOCIENTOS SETENTITRES MIL DOSCIENTOS DOS Y 15/100 NUEVOS SOLES

Fecha : 06/12/2019 8:49:26p. m.

Figura 17: Presupuesto PVC

Fuente: Elaboración Propia

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Canal de riego El Moro tiene conexión con una bocatoma de concreto. El canal de conducción llamado El Moro está compuesto de mampostería mayoritariamente, algunas partes de concreto y en minoría de tierra (estado natural) Tiene una longitud de 12400 metros lineales, además consta de tomas laterales hechos de mampostería y concreto, con la investigación se busca maximizar la infraestructura de riego, reduciendo las filtraciones; esto involucraría un ahorro en el nivel económico de las familias que se benefician del canal de riego El Moro, para el uso del agua se ha implementado Junta de Usuarios El Moro.

Según la ANA (2010), menciona que en un proyecto de riego, está definido por su planteamiento hidráulico, tiene principal importancia, debido a que es allí donde se establecen las estrategias de ejercicio del sistema de riego (captación, conducción – canal abierto o a presión -, regulación), en consecuencia, para desarrollar el planteamiento hidráulico del proyecto se tiene que implementar los diseños de la infraestructura identificada en la etapa de campo; canales, obras de arte (tomas laterales etc.), obras especiales (bocatoma). Al realizar el diseño del canal, los datos que se tuvieron en cuenta son el caudal (1700 l/s), que se desea conducir, de la que se dispone y varían dentro de los límites. El coeficiente de rugosidad ( $n$ ) fue de 0.014 para el concreto y 0.0092 para el PVC, que dependió del tipo de revestimiento (concreto y PVC). El área mojada se calculó en función de la velocidad aceptable en el canal, que debe variar entre 0.6 m/s y 2.5- 3.0 m/s, para evitar la sedimentación y la erosión. La velocidad es la más baja velocidad que no iniciara sedimentación y no inducirá el crecimiento de plantas acuáticas y musgo, para diseñar un canal se tuvo en cuenta que la velocidad del flujo no descienda de cierto límite inferior que la velocidad de deposición o sedimentación del material en suspensión que transporte el agua.

Con el revestimiento de la infraestructura hidráulica (con concreto o PVC), se permite crear una barrera impermeable al paso del agua disminuyendo las pérdidas de esta y permitiendo extender el beneficio del riego a una mayor superficie cultivable, además de proteger las tierras colindantes de los daños que en ellas causa la filtración eliminando con esto la necesidad de costosas

obras de drenaje., proteger el canal contra la erosión permitiendo una mayor velocidad.

El revestimiento del sistema de riego ya sea de concreto o PVC permite un incremento de velocidad y un mayor traslado del fluido, todas las ventajas mencionadas del mejoramiento del canal El Moro se reducen ampliamente los costos de mantenimiento, para obtener el presupuesto del canal revestido con concreto se ha considerado 10 cm. de espesor.

La demanda de agua está determinada, por el volumen de fluido que necesitan los diferentes cultivos: El canal El Moro tiene un 98 % de la totalidad a la incorporación de tierras a la actividad agrícola bajo riego. El mayor volumen de agua que requiere los cultivos es durante el mes de marzo un total de 39.76 m<sup>3</sup>/ha/día con una demanda máxima de 1,396,406.65 m<sup>3</sup>/mes para el canal existente (concreto), mientras que para el de PVC el mayor volumen de agua que requiere los cultivos es durante el mes de marzo también, pero con un total de 30.92 m<sup>3</sup>/ha/día con una demanda máxima de 1,086,094.06 m<sup>3</sup>/mes. La oferta del recurso hídrico depende de la disponibilidad del agua del río Moche, está supeditado a la entrega aprobada de 1700 l/s (aprobada con Resolución directora resolución N° 615-2010-ANA/ALAMVCH, la oferta considera la optimización del recurso hídrico y el mejoramiento de las tierras agrícolas en uso actual (1133 has). Se obtuvo que la máxima oferta de agua es 4,553,280.00 m<sup>3</sup>/mes, para cubrir las necesidades de riego por las plantas, la distribución del agua entre los beneficiarios deberá de hacerse de acuerdo a un plan que deben organizar el comité de usuarios.

El estudio hidrológico es esencial para: Diseñar todo tipo de obras hidráulicas, para realizarlo se usan programas que representan el comportamiento de la cuenca. El conocer el comportamiento hidrológico de un río es esencial para poder identificar las zonas afectadas por los eventos hidrometeorológicos extremos (Mejía, 2012).

## VI. CONCLUSIONES

- Las diferencias entre un canal abierto y un canal cerrado no solo radican en la parte económica, el canal PVC es más cara con respecto al concreto (más 2 millones de soles más). Si no también en la demanda de agua, mientras que la de PVC necesita 9,529,012.34 m<sup>3</sup> por año, la de concreto requiere 12,251,587.29 m<sup>3</sup> por año. Además, su tiempo de ejecución de la obra varía 5 meses la de PVC a 7 meses la de concreto.
- El estudio de la topografía permitió obtener información de primera mano y minuciosa de las pendientes del terreno que permitieron el trazo y diseño del canal y obras de arte.
- Los estudios de mecánica de suelos de la zona de estudio, de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO nos indica que los terrenos son en su mayoría SM y A-4, se tratan de suelos arena limosa con grava con finos teniendo buena estabilidad para la construcción de estructuras de concreto.
- Del estudio hidrológico, se determinó que, para la oferta de agua, se dispone como fuente el río Moche con una dotación diaria de 1700 l/s, se obtuvo que la máxima oferta de agua es 4,553,280.m<sup>3</sup>/mes. El mayor volumen de agua que requiere los cultivos es durante los meses de marzo y noviembre con 39.76 y 41 m<sup>3</sup>/ha/día con una demanda máxima de 1,396,406.65 y 1,393,705.80 m<sup>3</sup>/mes para el canal revestido de concreto simple, mientras que para el PVC se necesita de 30.92 y 31.89 m<sup>3</sup>/ha/día como máximo entre los meses de marzo y noviembre, la demanda máxima de para el canal de PVC es 1,086,094.06 y 1,083,993.40 m<sup>3</sup>/mes, en los meses de marzo y noviembre. Se dispone de agua todo el año para cubrir la demanda de los cultivos.
- El canal revestido con concreto presenta las dimensiones geométricas de 1 m de base (losa), 1 m de talud, tirante 0.90 m y tubería PVC de 37 pulg, el cual se usará 1000 mm de diámetro dado que es comercial. La bocatoma está compuesta de 02 muros de encauzamiento, barraje fijo y móvil compuesto por una compuerta tipo izaje. Las 89 tomas laterales con una sección de 1 m x 0.60 m desnivel de 0.10 m con respecto a la rasante del canal, serán de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> y en su sección se instalará una compuerta tipo tarjeta de 1m x 1 m.

- El análisis del presupuesto de las infraestructuras de riego del canal El Moro, nos permitió obtener el costo directo del canal de revestido con concreto por un monto de S/. 6,036,184.69 (Seis millones treinta y seis mil ciento ochenta y cuatro soles 69/100 Nuevos Soles). y el costo directo del canal con tubería de PVC por un monto de S/. 8,873,202.15 (Ocho millones ochocientos setenta y tres mil doscientos dos soles 15/100 Nuevos Soles).
- Para la elaboración de la tesis en estudio, se buscó técnicas que corresponden (revestimiento con concreto y tubería PVC) a las más usados en el Perú y los criterios técnicos considerados por la Autoridad Nacional del Agua; En éste caso la población beneficiada, es la cantidad de agricultores que cuentan terrenos siendo para el caso 285 agricultores juntando 1133 hectáreas en el canal de riego, El Moro, Laredo, Trujillo, La Libertad.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Laredo, gestionar recursos económicos para ejecutar el proyecto en el Programa Su Sectorial de Irrigación (PSI), AGRORURAL.
2. Con la realización del proyecto deben desarrollarse capacitaciones a los usuarios especialmente a los integrantes del comité de riego en operación y mantenimiento del sistema de riego, fortalecimiento organizacional y prácticas agronómicas y riego.
3. Se recomienda la ejecución del proyecto, y en consecuencia las dos alternativas de infraestructura de riego (revestimiento con concreto o tubería PVC) son económicamente y socialmente factible y rentable, se adaptan a la zona.
4. Se debe reunir con la población beneficiaria, para tomar acuerdos e indicarles las ventajas y desventajas de ambas infraestructuras y buscar la mejor alternativa.

## REFERENCIAS

ACI 318 Building Code Requirements for Reinforced Concrete. United States. 2018.

AMERICAN Concrete Institute (ACI 318). United States.2015

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-39, Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de Concreto.United States. 2018.

AMERICAN Concrete Institute (ACI 214). United States.2015

ISBN:978-1-949587-48-4

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. United States. 2018.

AMERICAN Society (ASTM)C-150. Standart Specification for Portland Cement. United State 2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. United States. 2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-33. Standard specification for concrete aggregates. United States. 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-88. Standard test method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate. United States.2015.

AMERICAN Society (ASTM) C-110. Standard Test Methods for Physical Testing of Quicklime, Hydrate Lime, and Limestone United States. 2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM). Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. United States. 2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-33. Standard specification for concrete aggregates. United States. 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-88. Standard test method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate. United States.2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-142. Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-142. Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small – Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-127. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-260. Standard Specification for Air- Entraining Admixtures for Concrete. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-494. Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) E-11. Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-94. Standard Specification for Concrete. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-94. Standard Specification for Concrete. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) C-171. Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete. United States.2018.

AMERICAN Society for (ASTM) C-172. Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete. United States.2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials (ASTM) A-615. Standard Practice for Deformed and Plain Carbon – Steel Bars for Concrete Reinforcement. United States.2018.

Cabanillas (2018): “ANÁLISIS COMPARATIVO DE INFRAESTRUCTURAS DE RIEGO DEL CANAL PEÑA DEL ÁGUILA DEL CASERÍO QUESERA, DISTRITO DE USQUIL, PROVINCIA OTUZCO - LA LIBERTAD” Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22951>

Córdova (2014): “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE RIEGO DEL CASERÍO DE MOSSA-DISTRITO SANTA CATALINA DE MOSSA- PROVINCIA DE MORROPÓN- PIURA” Disponible en

<https://docplayer.es/61062994-Universidad-nacional-de-piura.html>

De la Lanza, Cáceres, Carlos, Adame, Salvador. Diccionario de hidrología y ciencias afines. 1.a ed. México: Plaza y Valdez, 1999. 149 pp.

ISBN: 968680909

GARCIA, Antonio, ROSIQUE, Martin y SEGADO, Manuel. Topografía Básica para ingenieros. 1.a ed. Madrid: Arco Libros, 1994. 273 pp.

ISBN: 8476845685

Ley de Recursos Hídricos.Nº 29338. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 31 de marzo de 2009

Municipalidad de Laredo [en línea]. Lima: Municipalidad de Laredo, 2018. [fecha de consulta:1 de octubre del 2019]

Disponible en: <http://www.munilaredo.gob.pe/historia/>

NIA – Norma Interna Acque (Brasil). Acque Engenharia, of 16: Tubos Brloc Hoja técnica tubo 1000: Brasilia, 2019. 3pp.

Norma Técnica peruana (Perú). E 30, of 80: Mapa de zonificación sísmica del Perú. Lima: INN, 2018.10 pp.

NTP ISO 21138:2010.

NTP (Norma Técnica Peruana) 339.078: Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima, 2008.

NTP (Norma Técnica Peruana) 339.033 Hormigón. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Lima. 2009.

Palomino y Taopanta (2015): “MEJORAMIENTO DE LA CONDUCCIÓN, RESERVORIO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LA COMUNIDAD “LAS COCHAS” Disponible en

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4506>

Plan de Desarrollo Metropolitano de Trujillo [en línea]. Trujillo Plan de Desarrollo Metropolitano de Trujillo [fecha de consulta:1 de septiembre del 2019]

Disponible en: <http://sial.segat.gob.pe/documentos/plan-desarrollo-urbano-metropolitano-trujillo-2012-2022>

Resolución Ministerial N°0524-2013-MINAGRI, Lima, Perú, 27 de diciembre del 2013.

R.J. N° 562-2010-ANA, Lima, Perú, 03 de octubre del 2010

Resolución Ministerial N°0727-2015-MINAGRI, Lima, Perú, 31 de diciembre de 2015

Torres, José. Topografía II, 2.a ed. Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo. 2014. 100 pp.

Disponible en  
<https://www.sencico.gob.pe/investigacion/publicaciones.php?id=444>

U.s bureau of reclamation. 20 de octubre de 2019. Disponible en:  
<https://www.usbr.gov/>

Ven Te, Chow. Applied Hydrology. 3.a ed. Navarro: Tata McGraw-Hill Education, 2010. 572 pp.

ISBN: 9780070702424

Villón, Máximo. Hidrología. 1.a ed. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2005. 434 pp.

ISBN: 9789977662770

## **ANEXOS**

**Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables**

## VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

**Tabla 1:** Operacionalización de Variables

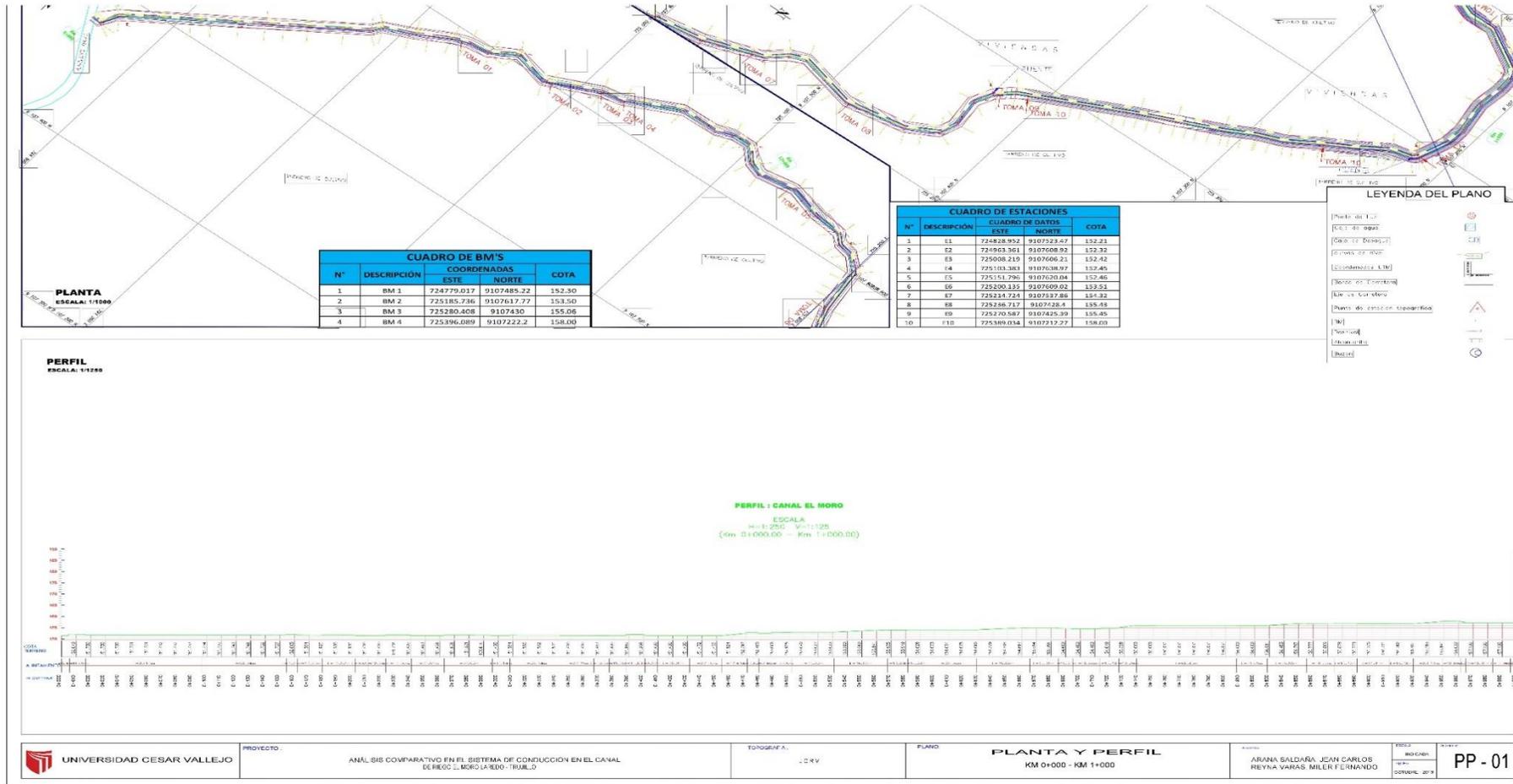
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Sistemas De Conducción</b>	<p><b>Canal Abierto:</b> Es un método de flujo en el cual la superficie superior del fluido está expuesta a la atmósfera.</p> <p>Algunos son naturales, como los ríos, arroyos, etc. El agua que fluye por un canal abierto tiene la superficie libre y sobre él no actúa otra presión más que la de su propio peso y el de la atmósfera.</p> <p><b>Canal cerrado:</b> Es un sistema de flujo donde la</p>	<p>El análisis comparativo de los sistemas de conducción de concreto y una tubería de PVC, todo ello se obtuvo de las medidas que se hicieron en Laredo, usando la información asegurando perfiles adecuados a través de análisis y pruebas realizadas con equipos de laboratorio y se ejecutará en base a parámetros conseguidos mediante el repertorio de la información de la zona teniendo.</p>	<b>Estudio topográfico</b>	Área de estudio	Intervalo
				Perfiles longitudinales	Intervalo
				Trazo, nivel y replanteo	Intervalo
			<b>Estudio de mecánica de suelos</b>	Granulometría	Razón
				Contenido de humedad	Razón
			<b>Diseño de Infraestructuras de riego</b>	Caudales	Razón
				Diámetro de tubería	Razón

	<p>superficie del fluido no está visible.</p> <p>Sus principales características son: gran parte de estos canales vienen pre fabricados.</p>	<p>Realizando cálculos cómo metrados y su respectivo costo de acuerdo al mercado peruano.</p>		Hidrología	Razón
				Parámetro de diseño	Razón
			<b>Estudio Hidrológico</b>	Oferta	Razón
				Demanda	Razón
			<b>Costos y presupuestos</b>	Metrado	Razón
				Costos unitarios	Ordinal
				Insumos	Ordinal

Fuente: Elaboración Propia

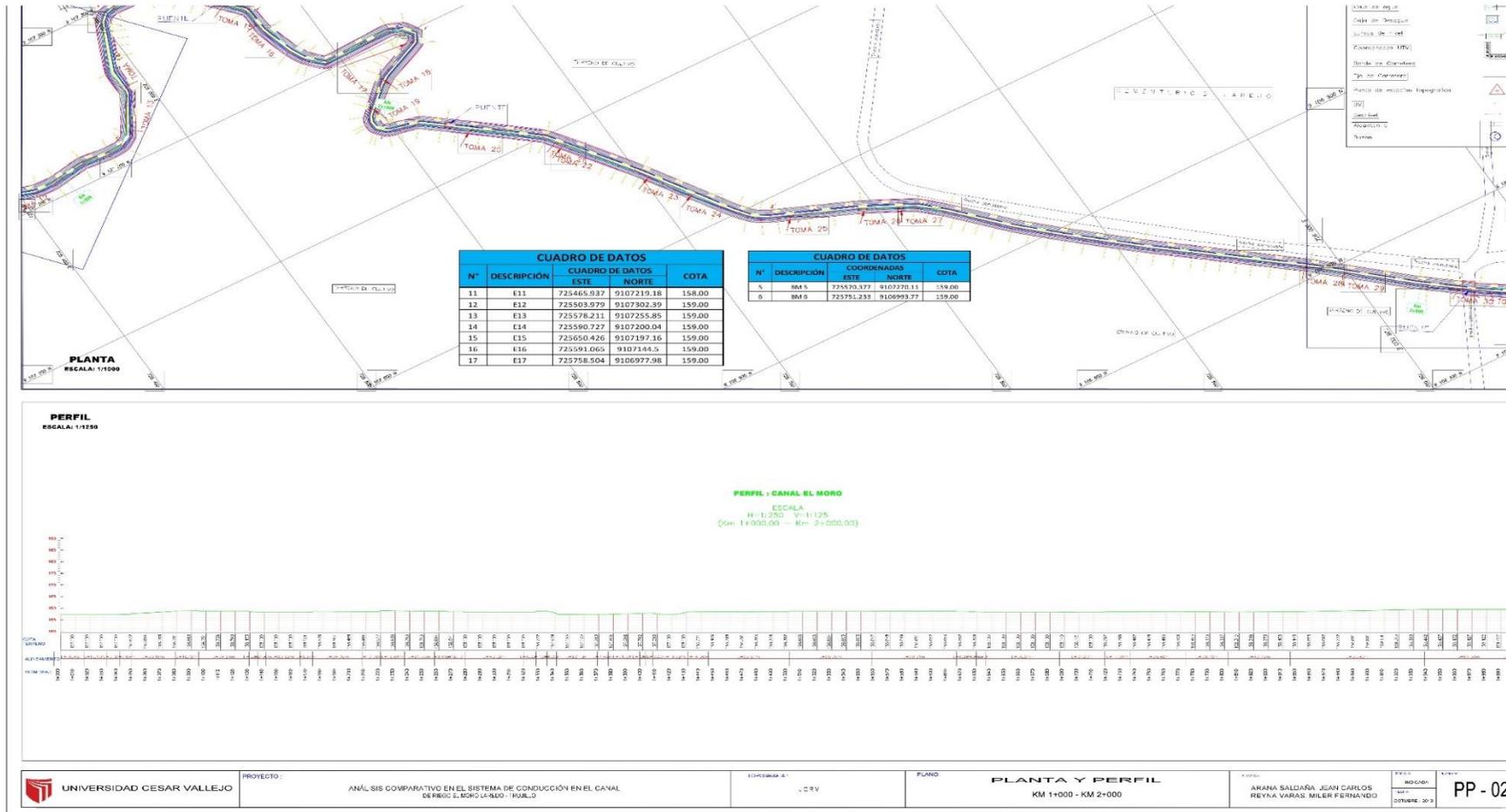
## **Anexo 2:** Planos Topográficos

# Arana Saldaña – Reyna Varas



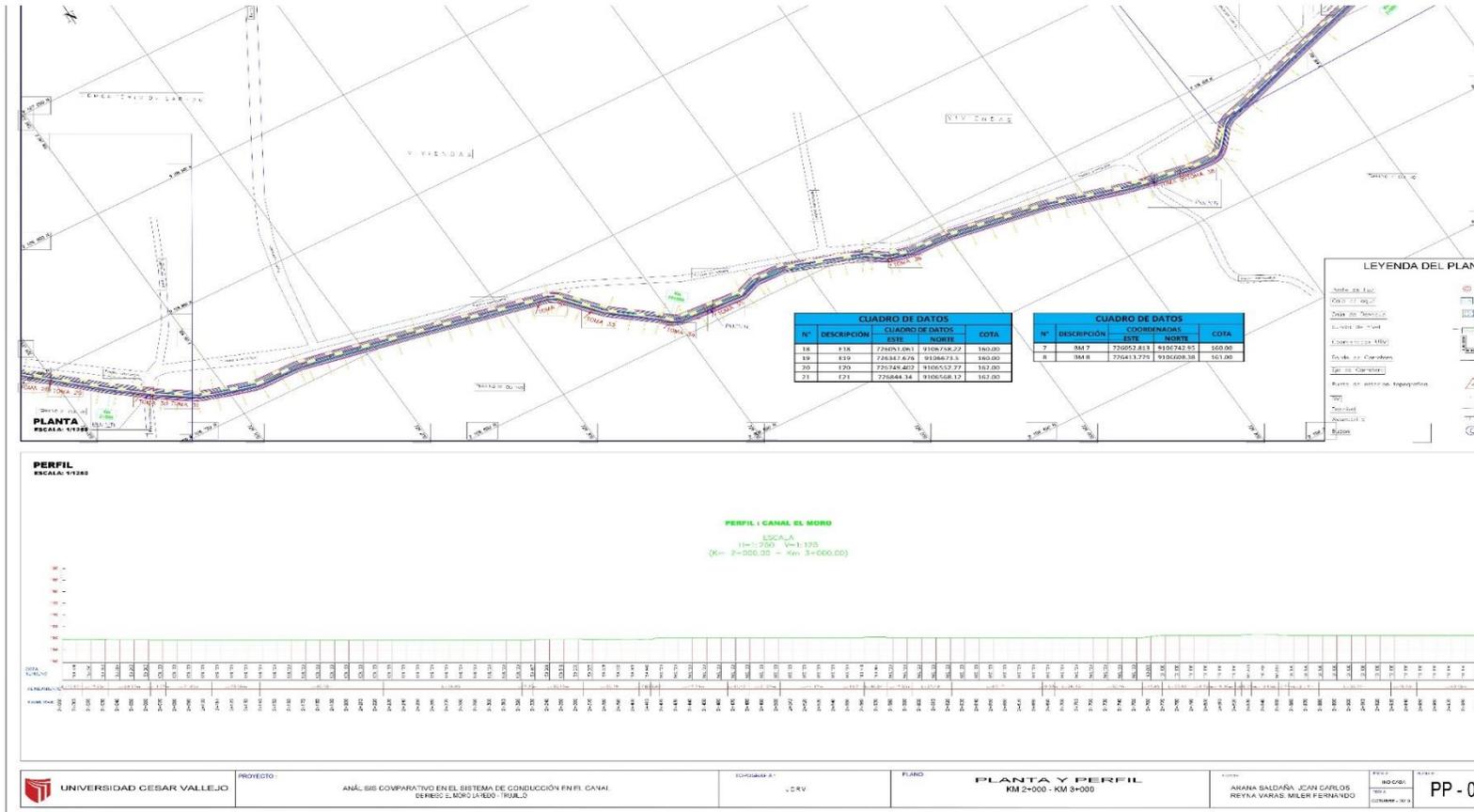
Fuente: Elaboración Propia

# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia

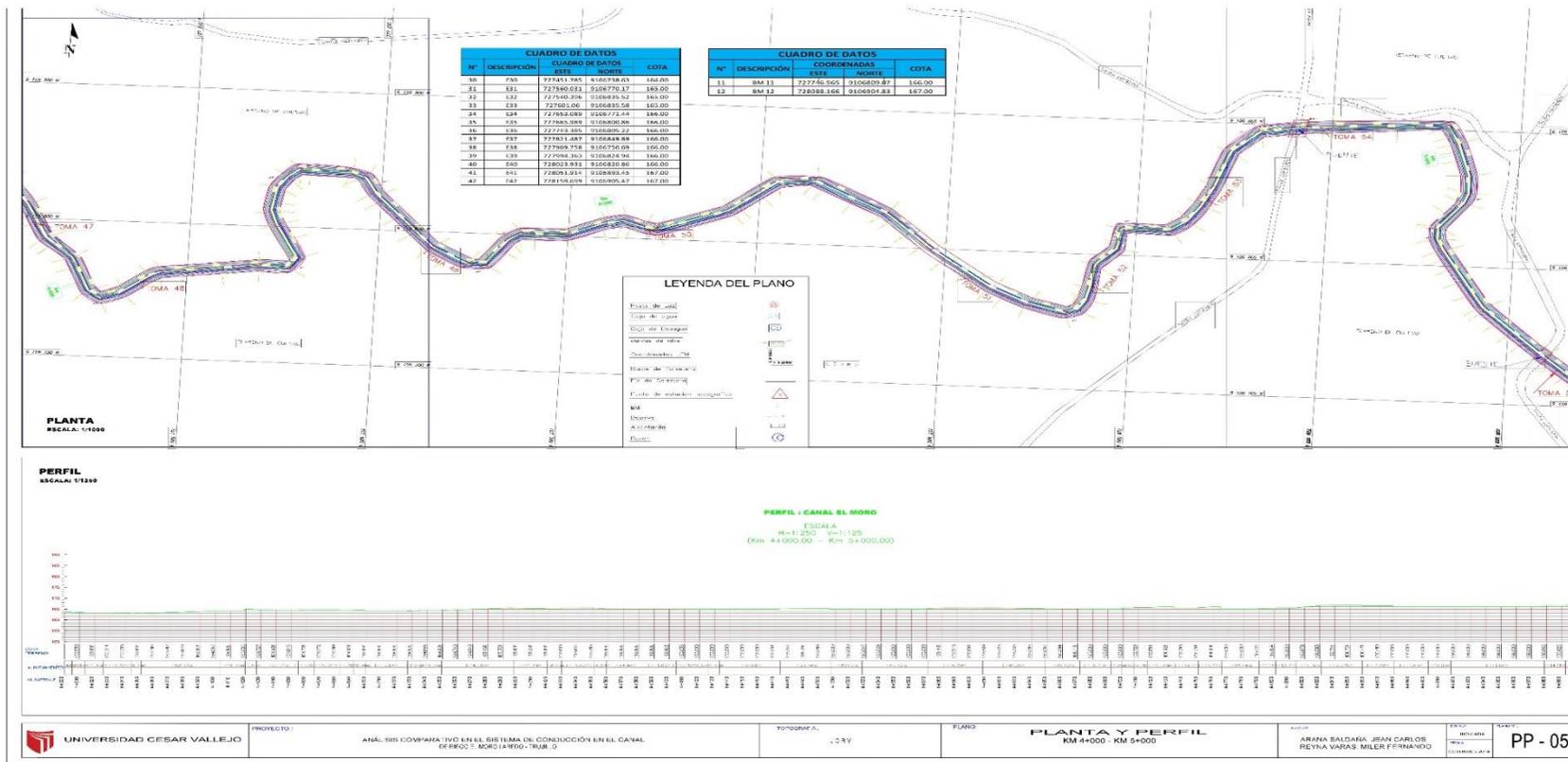
# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia

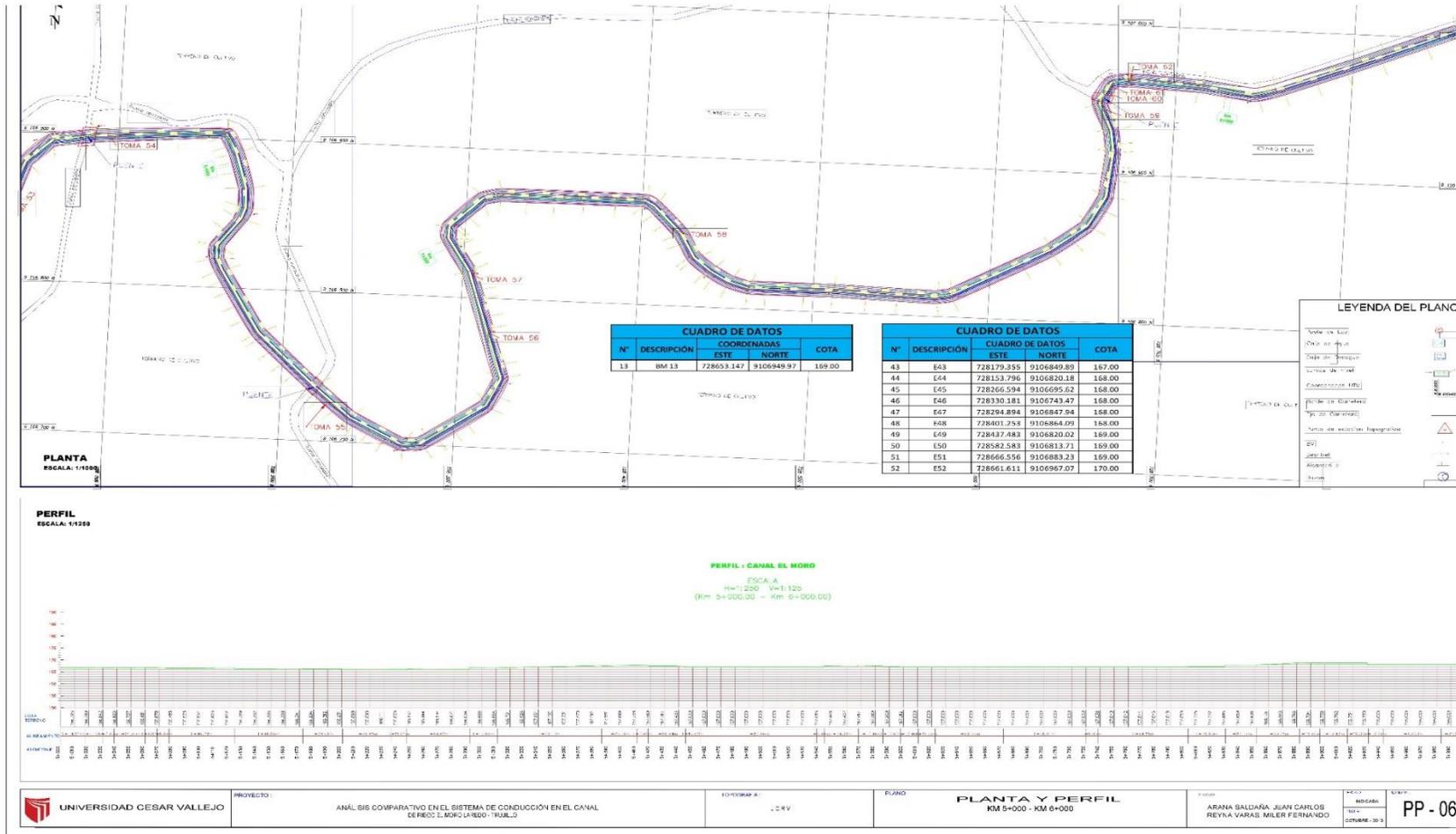


# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia

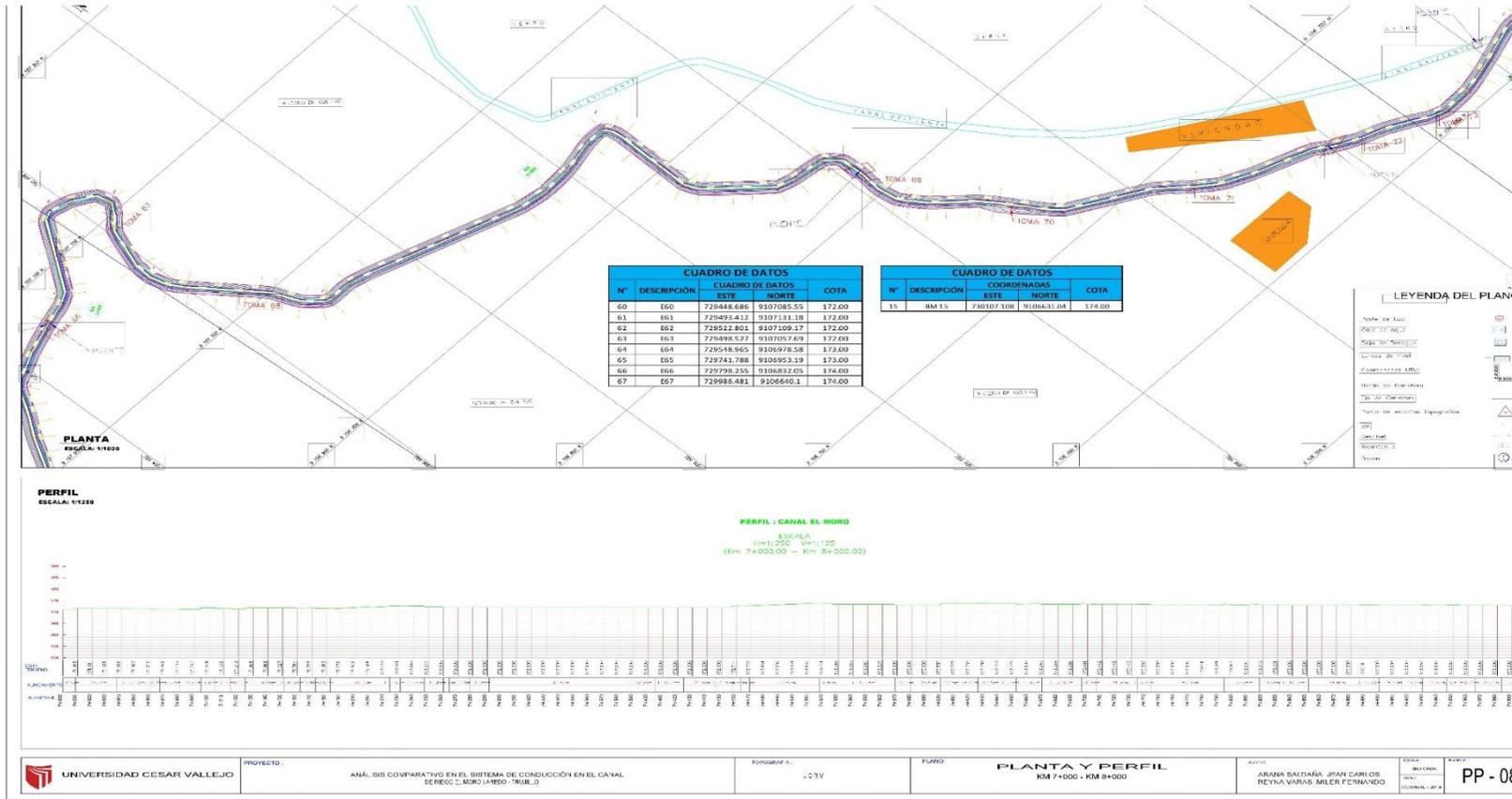
# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia



# Arana Saldaña – Reyna Varas



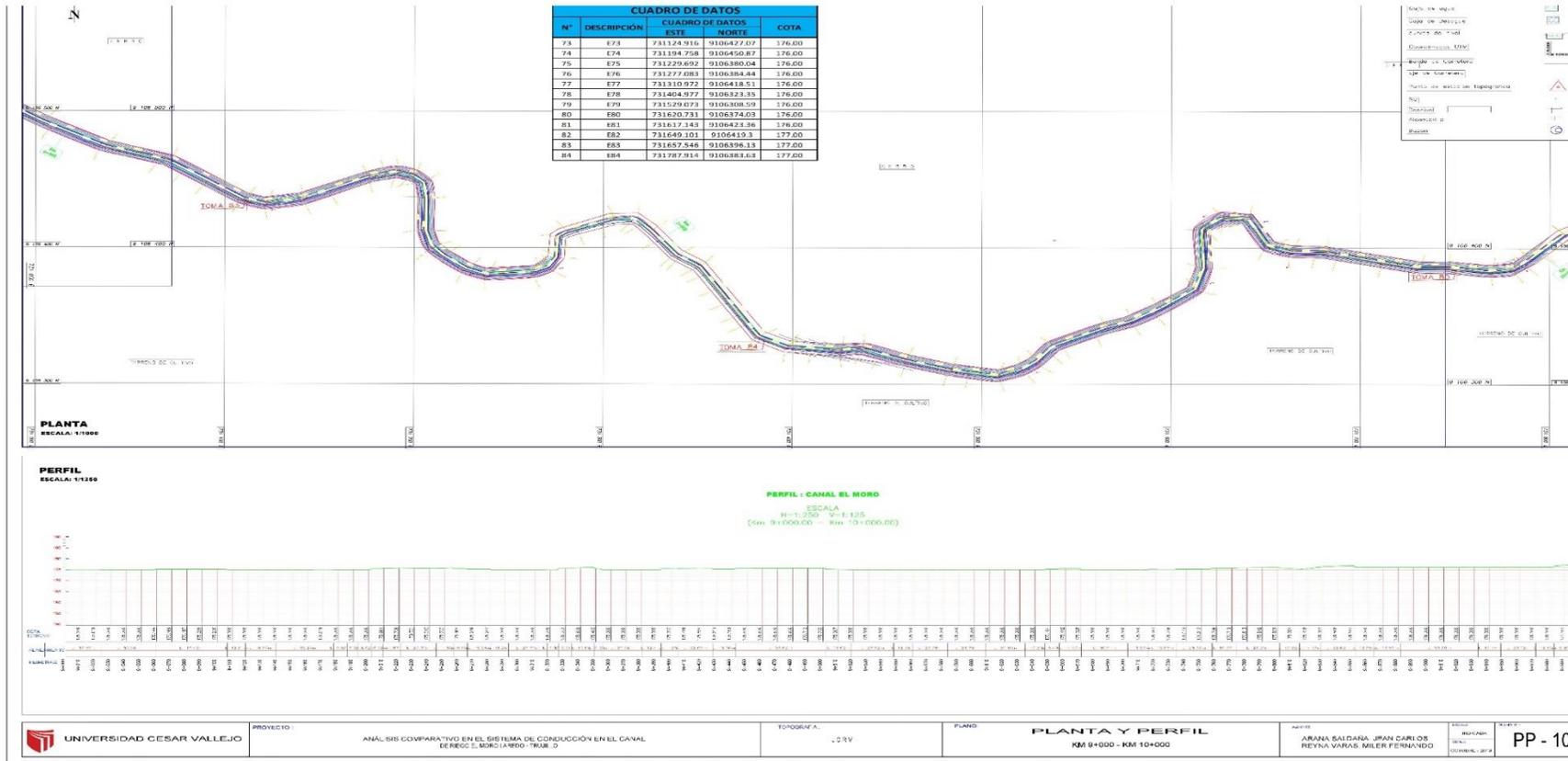
Fuente: Elaboración Propia

# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia

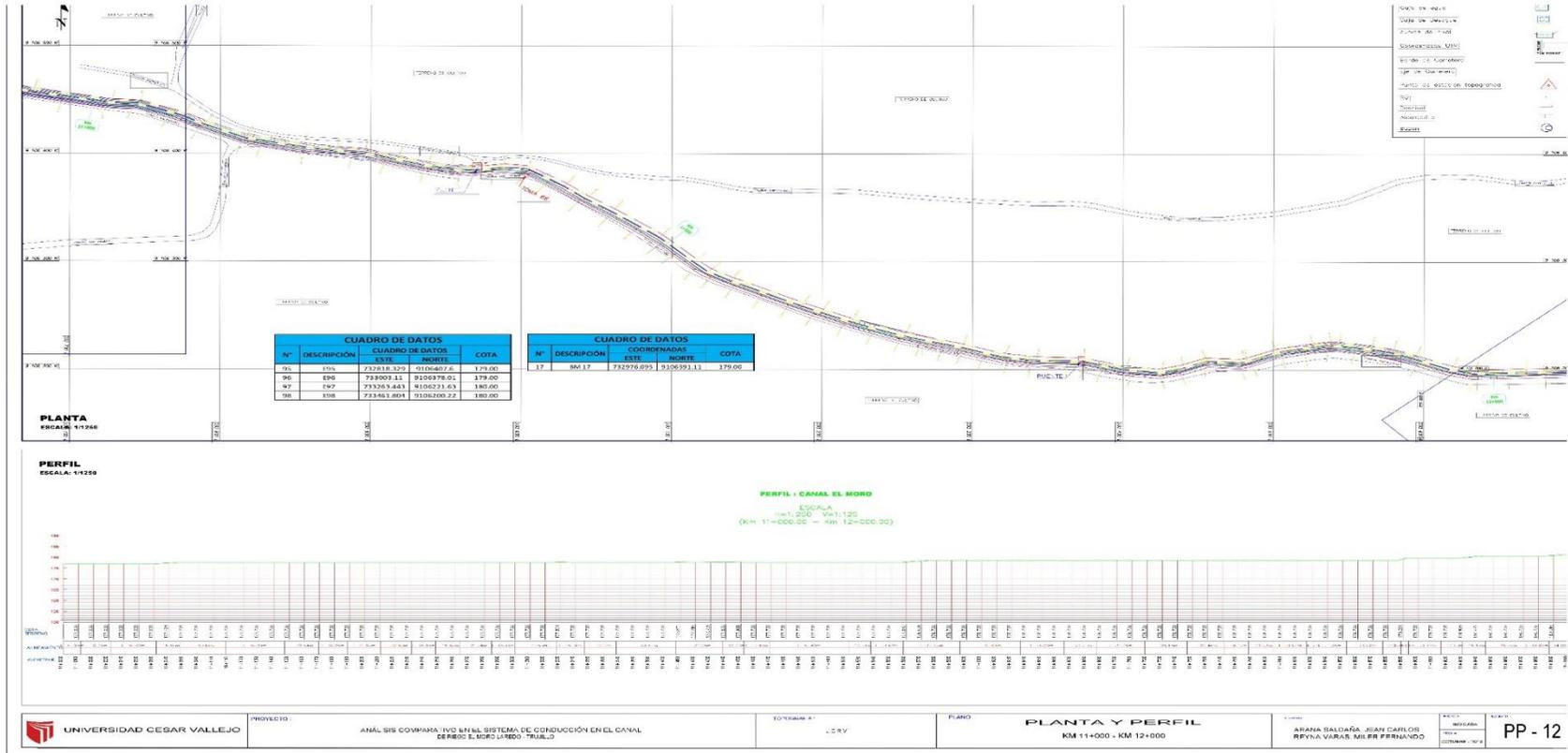
# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia



# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO LAREO - TUMBILLO

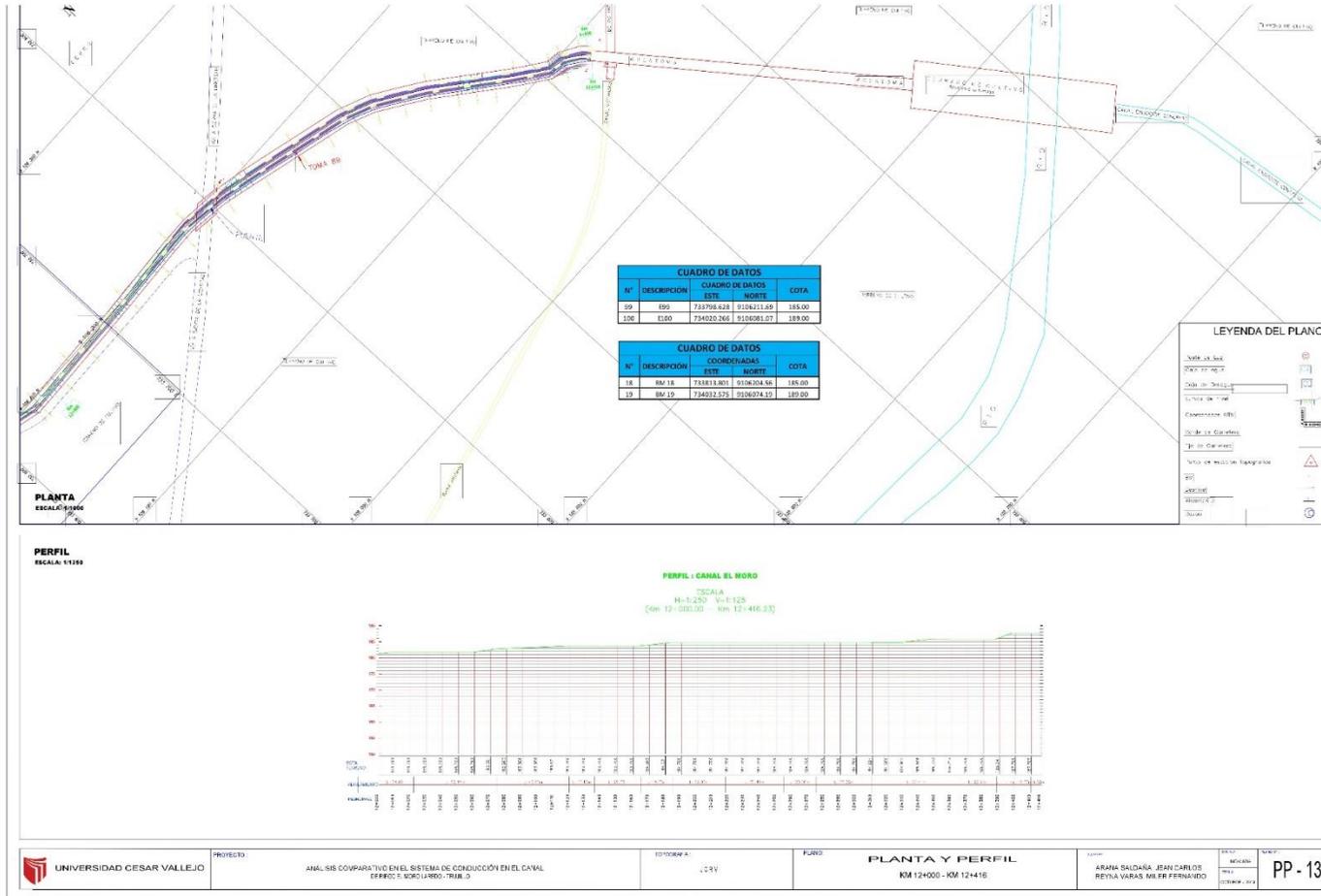
TITULARIA: S.R.V.

PLANO: PLANTA Y PERFIL  
KM 11+000 - KM 12+000

ARANA SALDAÑA: JEAN CARLOS  
REYNA VARAS: MILER FERNANDO

PP - 12

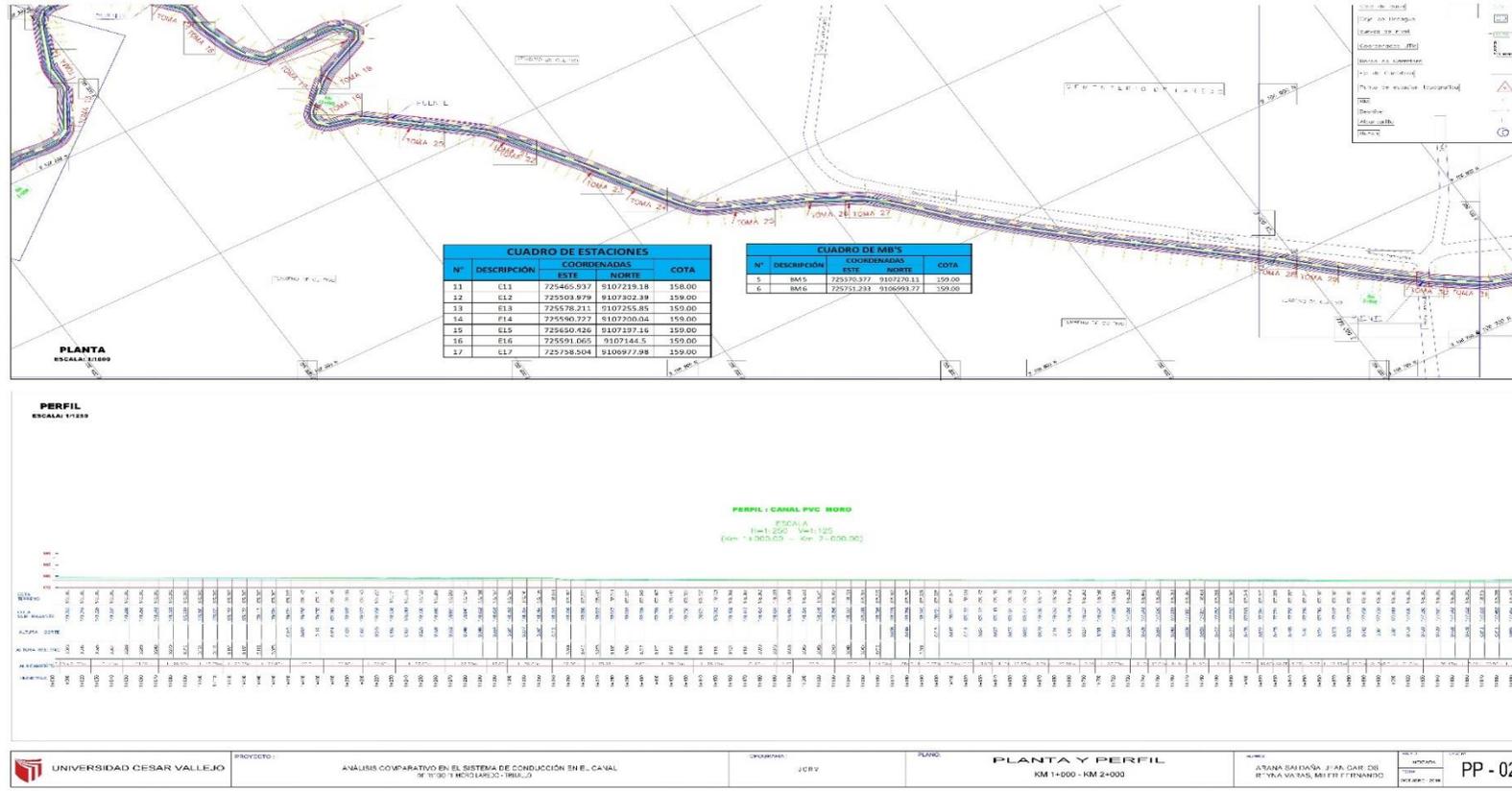
# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia



# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia

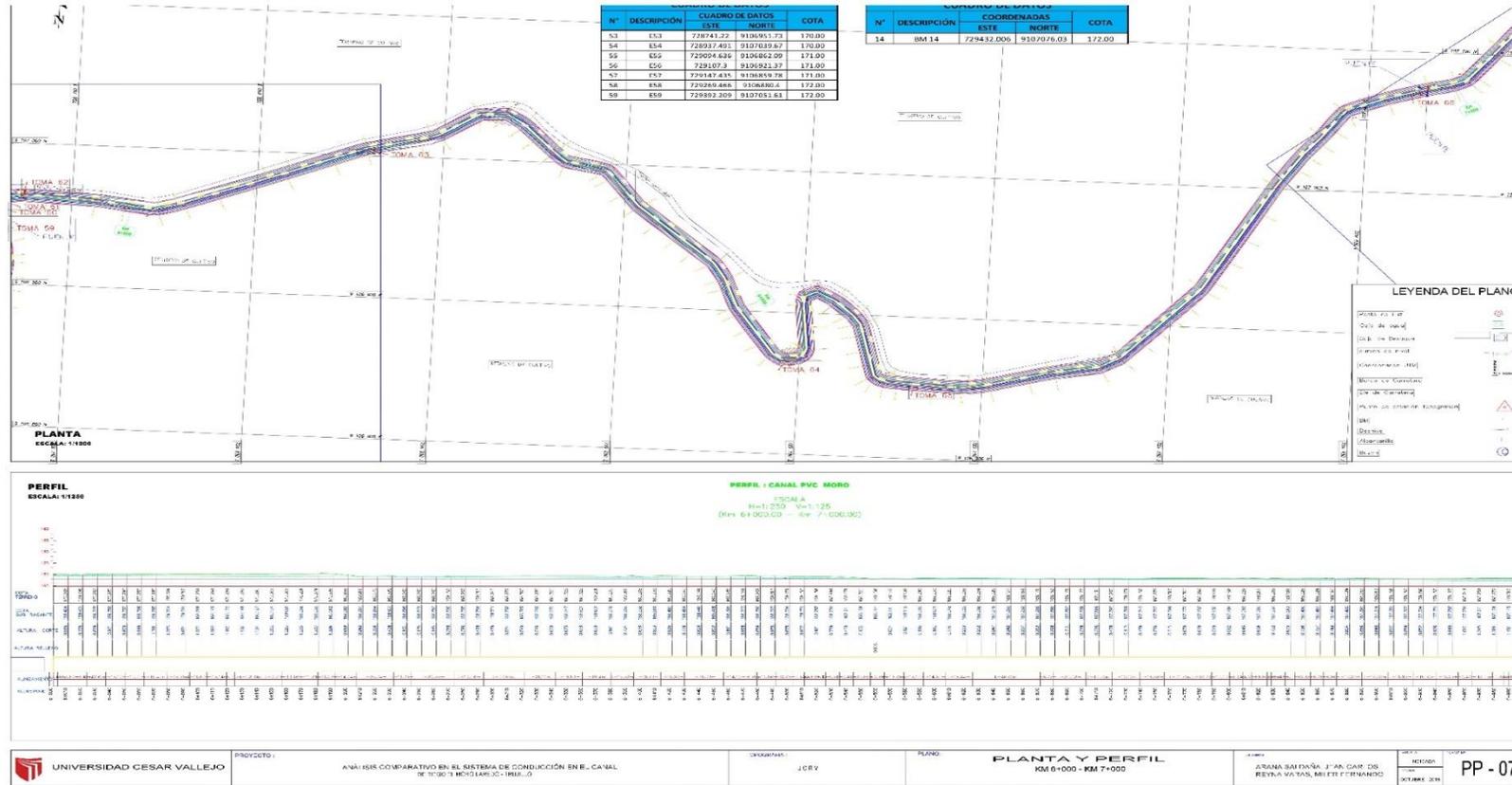








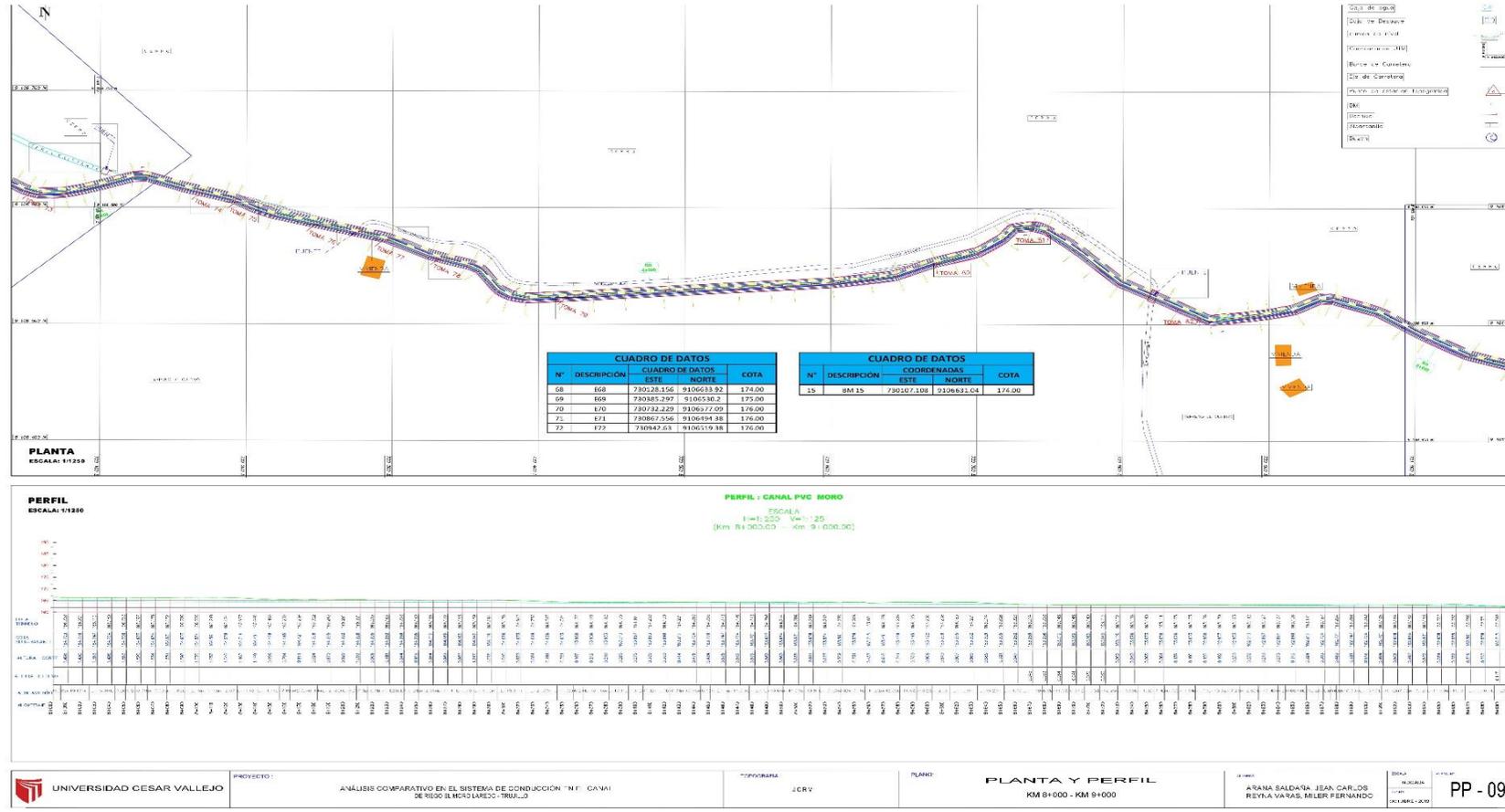
# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia

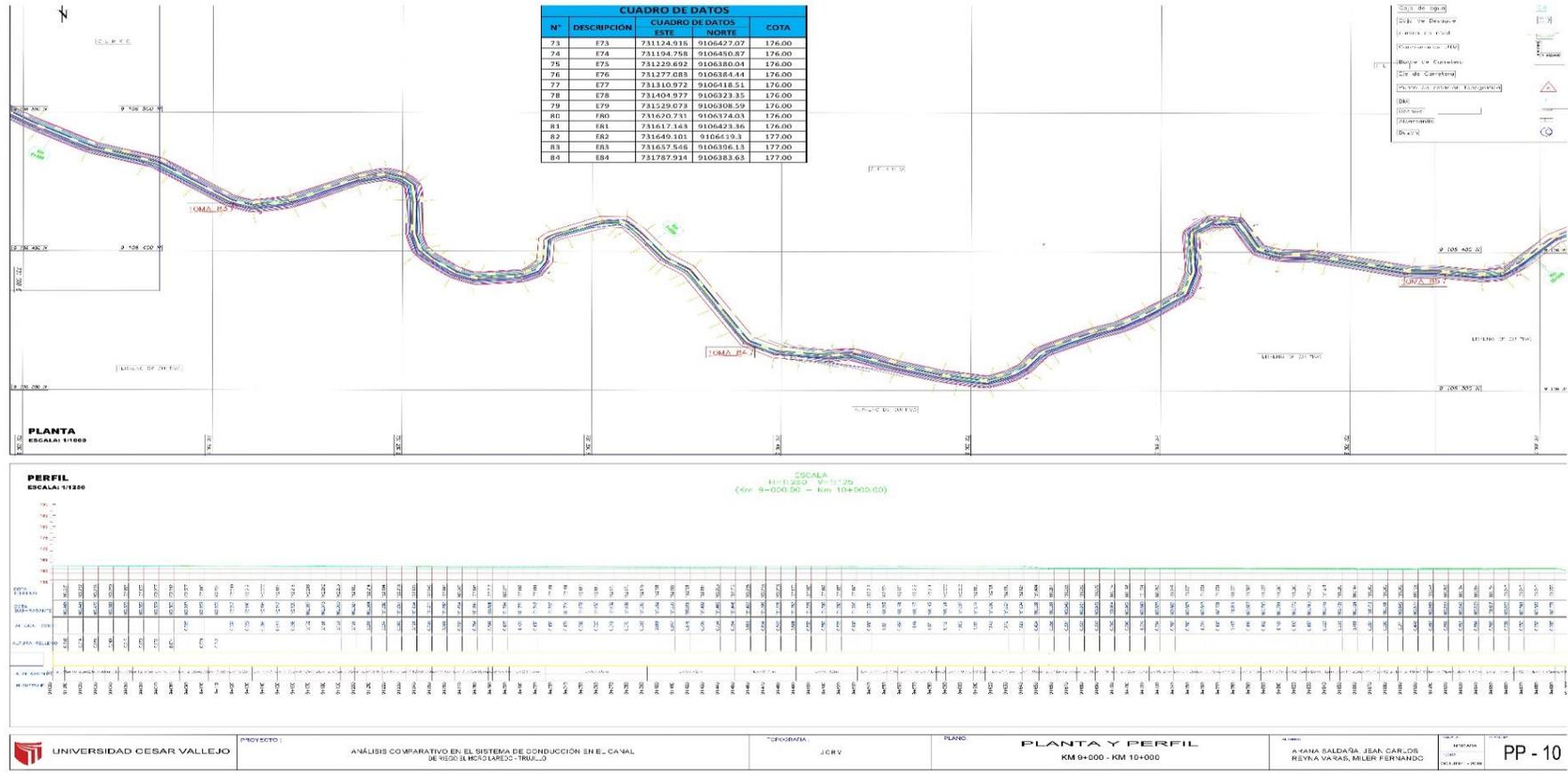


# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia

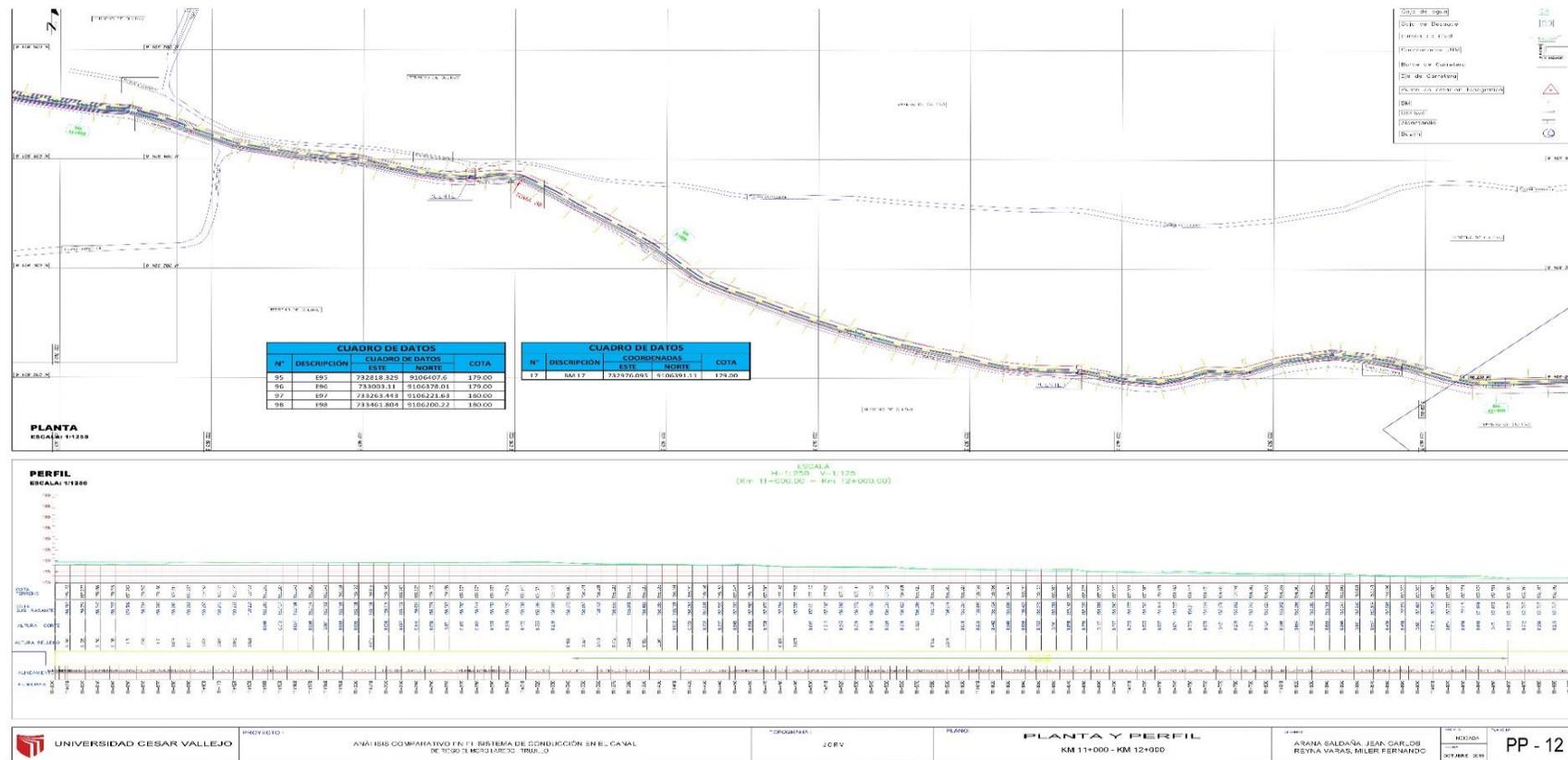
# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia



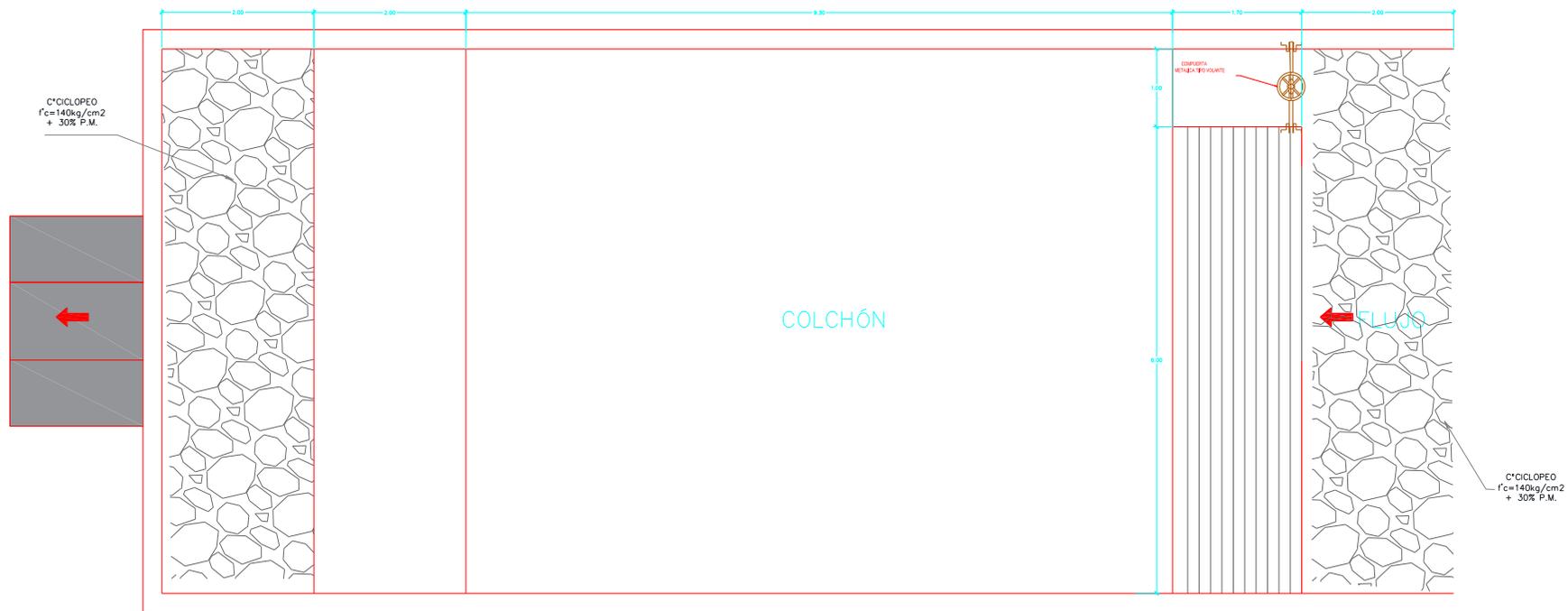
# Arana Saldaña – Reyna Varas



Fuente: Elaboración Propia



### **Anexo 3: Planos de la Bocatoma**



## PLANTA BOCATOMA

Plano bocatoma El Moro, Laredo, Trujillo.

Fuente: Elaboración Propia



## **Anexo 4: Estudio de Mecánica de Suelos**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm3)	Qadm. (Kg/cm2)
C-1	E-1 Km 01+000	1.50 m	2.55	4.70	48.57	46.73	NP	NP	NP	SP	A-1-a (0)	-	-	-	-	-	-
C-2	E-1 Km 02+000	1.50 m	3.95	46.45	51.91	1.64	27	21	6	SM-SC	A-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-3	E-1 Km 03+000	1.50 m	13.73	43.28	53.46	3.25	26	24	2	SM	A-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-4	E-1 Km 04+000	1.50 m	6.09	43.40	38.51	18.09	28	26	2	SM	A-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-5	E-1 Km 05+000	1.50 m	4.46	41.59	37.63	20.78	27	24	3	SM	A-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-6	E-1 Km 06+000	1.50 m	9.45	31.55	55.53	12.92	39	30	9	SC	A-2-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-7	E-1 Km 07+000	1.50 m	4.79	29.00	63.70	7.30	24	21	3	SM	A-2-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-8	E-1 Km 08+000	1.50 m	22.12	62.68	37.14	0.19	27	24	3	ML	A-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-9	E-1 Km 09+000	1.50 m	10.63	44.70	50.76	4.55	25	23	2	SM	A-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-10	E-1 Km 10+000	1.50 m	0.98	13.66	81.84	4.51	20	18	2	SM	A-2-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-11	E-1 Km 11+000	1.50 m	0.86	9.87	87.62	2.51	22	21	1	SP-SM	A-2-4 (0)	-	-	-	-	-	-
C-12	E-1 Km 12+000	1.50 m	15.42	83.48	16.33	0.19	35	32	3	ML	A-4 (4)	-	-	-	-	-	-



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

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-1 / E-1 / Km 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

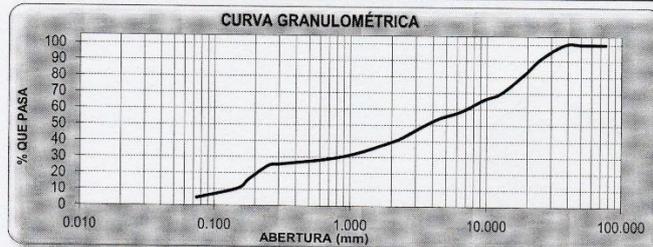
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1905.99

Peso perdido por lavado : 94.01

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	2.55%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>
1"	25.400	169.78	8.49	8.49	91.51	
3/4"	19.050	196.74	9.84	18.33	81.67	L. Plástico : NP
1/2"	12.700	235.52	11.78	30.10	69.90	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	80.57	4.03	34.13	65.87	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.350	150.36	7.52	41.65	58.35	
No4	4.750	191.72	9.59	51.24	48.76	Clas. AASHTO : A-1-a (0)
No8	2.360	224.74	11.24	62.48	37.52	<b>Descripción de la Muestra</b>
No10	2.000	49.90	2.50	64.98	35.02	
No16	1.180	127.60	6.38	71.36	28.64	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No20	0.850	58.76	2.94	74.30	25.70	Tiene un % de finos de = 4.70%
No30	0.600	40.23	2.01	76.31	23.69	<b>Descripción de la Calicata</b>
No40	0.420	26.05	1.30	77.61	22.39	
No50	0.300	24.65	1.23	78.84	21.16	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No60	0.250	18.85	0.94	79.78	20.22	
No80	0.180	169.87	8.49	88.27	11.73	
No100	0.150	111.39	5.57	93.84	6.16	
No200	0.075	117.26	5.86	99.70	0.30	
< No200		94.01	4.70	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



D10	: 0.1427
D30	: 0.8232
D60	: 7.0462
Cu	: 49.38
Cc	: 0.67

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

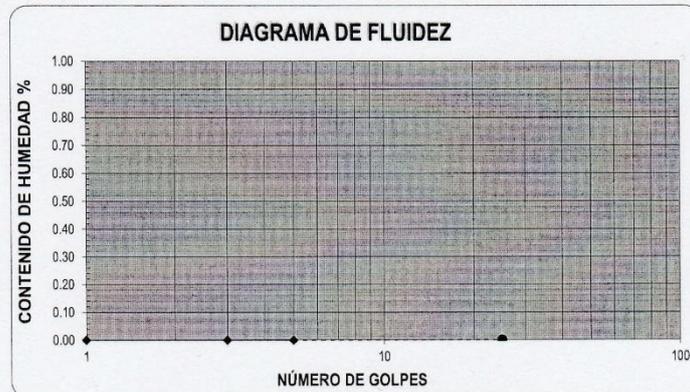
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-1 / E-1 / Km 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
Nº de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)



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

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-1 / E-1 / Km 01+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.60	51.54	51.59
Peso del tarro + suelo humedo (g)	228.32	230.37	168.51
Peso del tarro + suelo seco (g)	223.98	225.89	165.60
Peso del suelo seco (g)	172.38	174.35	114.01
Peso del agua (g)	4.34	4.48	2.91
% de humedad (%)	2.52	2.57	2.55
% de humedad promedio (%)	2.55		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

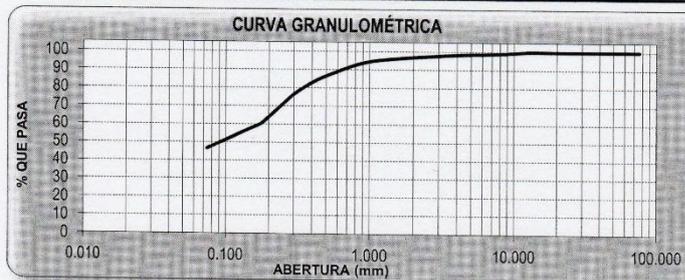
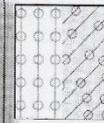
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-2 / E-1 / Km 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00  
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1070.95  
 Peso perdido por lavado : 929.05

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	3.95%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		L Líquido : 27
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		L Plástico : 21
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : 8	
3/8"	9.525	13.18	0.66	0.66	99.34	<b>Clasificación de la Muestra</b>	
1/4"	6.350	12.98	0.65	1.31	98.69		Clas. SUCS : SM-SC
No4	4.178	6.61	0.33	1.64	98.36		Clas. AASHTO : A-4 (0)
No8	2.360	23.67	1.19	2.83	97.17	<b>Descripción de la Muestra</b>	
No10	2.000	7.38	0.37	3.20	96.80		SUCS: Arena limo - arcillosa
No16	1.180	31.68	1.58	4.79	95.22		AASHTO: Suelos limosos / Regular a malo
No20	0.850	42.12	2.11	6.89	93.11	Tiene un % de finos de = 46.45%	
No30	0.600	84.18	4.21	11.10	88.90	<b>Descripción de la Calicata</b>	
No40	0.420	104.35	5.22	16.32	83.68		C-2 : E-1
No50	0.300	145.98	7.30	23.62	76.38		Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No60	0.250	109.05	5.45	29.07	70.93		
No80	0.180	203.51	10.18	39.24	60.76		
No100	0.150	61.23	3.06	42.31	57.70		
No200	0.074	224.85	11.24	53.55	46.45		
< No200		929.05	46.45	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				

D10	: 0.0159
D30	: 0.0478
D60	: 0.1726
Cu	: 10.83
Cc	: 0.83

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

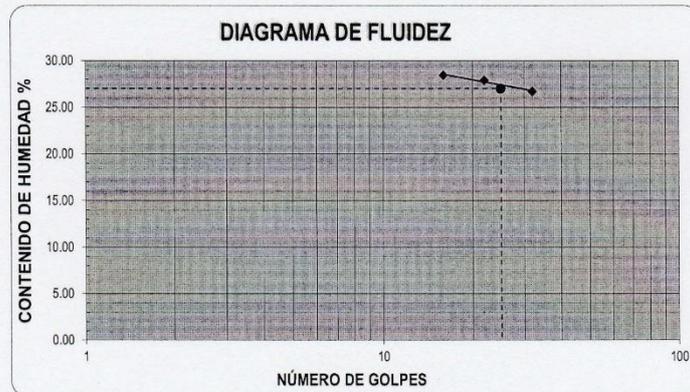
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-2 / E-1 / Km 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	22	32	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.04	10.31	11.16	10.14	10.83
Peso de tara + suelo húmedo (g)	17.31	15.40	16.19	11.23	11.79
Peso tara + suelo seco (g)	15.70	14.29	15.13	11.04	11.63
Contenido de Humedad %	28.45	27.89	26.70	21.11	20.00
Límites %	27			21	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -2.5370 \ln(x) + 35.567$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)  
**MUESTRA** : C-2 / E-1 / Km 02+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.63	51.34	51.50
Peso del tarro + suelo humedo (g)	201.52	201.31	184.46
Peso del tarro + suelo seco (g)	195.64	195.78	179.40
Peso del suelo seco (g)	145.01	144.44	127.90
Peso del agua (g)	5.88	5.53	5.06
% de humedad (%)	4.05	3.83	3.96
% de humedad promedio (%)	3.95		

**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-3 / E-1 / Km 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

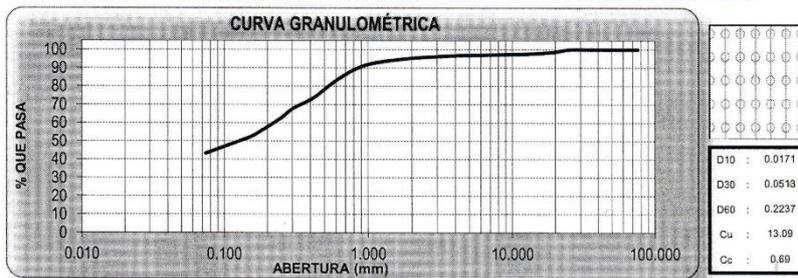
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1134.31

Peso perdido por lavado : 865.69

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	13.73%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	29.53	1.48	1.48	98.52	L. Líquido : 26
1/2"	12.700	18.31	0.92	2.39	97.61	L. Plástico : 24
3/8"	9.525	3.66	0.18	2.58	97.43	Ind. Plasticidad : 2
1/4"	6.350	8.27	0.41	2.99	97.01	Clasificación de la Muestra
No4	4.750	5.29	0.26	3.25	96.75	
No8	2.360	21.54	1.08	4.33	95.67	Clas. AASHTO : A-4 (0)
No10	2.000	8.25	0.41	4.74	95.26	Descripción de la Muestra
No16	1.180	43.97	2.20	6.94	93.06	
No20	0.850	63.44	3.17	10.11	89.89	SUCS: Arena Icosa
No30	0.600	139.08	6.95	17.07	82.93	AASHTO: Suelos limosos / Regular a malo
No40	0.420	166.64	8.33	26.40	73.60	
No50	0.300	119.09	5.95	32.35	67.65	Tiene un % de finos de = 43.28%
No60	0.250	98.48	4.92	37.28	62.72	
No80	0.180	145.08	7.25	44.53	55.47	Descripción de la Calicata
No100	0.150	67.62	3.38	47.91	52.09	
No200	0.074	176.16	8.81	56.72	43.28	C-3 : E-1
< No200		865.69	43.28	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0.00 m - 1.50 m



CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

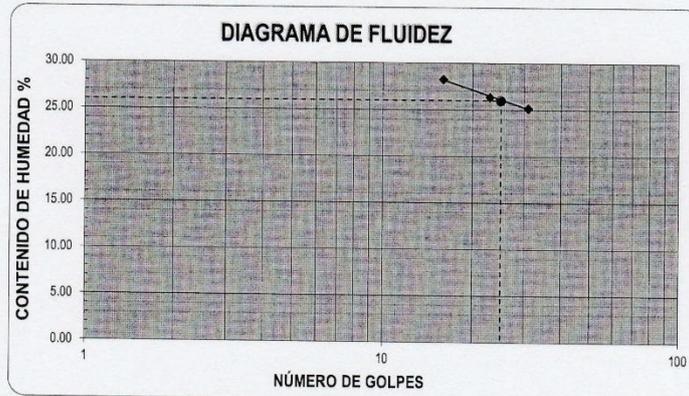
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-3 / E-1 / Km 03+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	23	31	-	-
N° de golpes	16	23	31	-	-
Peso de tara (g)	11.35	9.91	9.98	10.53	9.98
Peso de tara + suelo húmedo (g)	17.57	14.32	15.35	11.63	10.93
Peso tara + suelo seco (g)	16.20	13.40	14.27	11.41	10.75
Contenido de Humedad %	28.25	26.36	25.17	25.00	23.38
Limites %	26			24	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$y = -4.6650 \ln(x) + 41.122$



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

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422**

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-4 / E-1 / Km 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

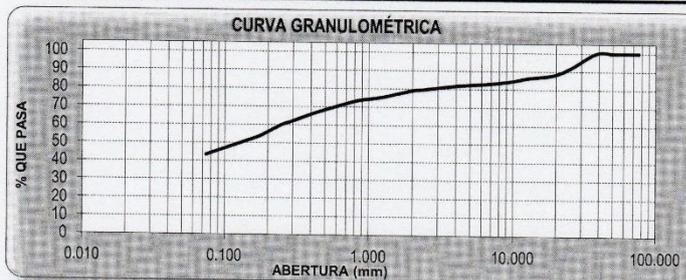
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1132.00

Peso perdido por lavado : 868.00

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	6.09%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>
1"	25.400	160.30	8.02	8.02	91.99	
3/4"	19.050	80.72	4.04	12.05	87.95	L Plástico : 26
1/2"	12.700	34.58	1.73	13.78	86.22	Ind. Plasticidad : 2
3/8"	9.525	37.76	1.89	15.67	84.33	<b>Clasificación de la Muestra</b>
1/4"	6.350	29.80	1.49	17.16	82.84	
Nº4	4.75	18.70	0.94	18.09	81.91	Clas. AASHTO : A-1 (0)
Nº8	2.360	45.93	2.30	20.39	79.61	<b>Descripción de la Muestra</b>
Nº10	2.000	11.37	0.57	20.96	79.04	
Nº16	1.180	80.26	4.01	24.97	75.03	AASHTO: Suelos limosos / Regular a malo
Nº20	0.850	31.26	1.56	26.53	73.47	
Nº30	0.600	66.26	3.31	29.85	70.15	<b>Descripción de la Calicata</b>
Nº40	0.420	76.22	3.81	33.66	66.34	
Nº50	0.300	83.68	4.18	37.84	62.16	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
Nº60	0.250	42.32	2.12	39.96	60.04	
Nº80	0.180	118.35	5.92	45.88	54.12	
Nº100	0.150	47.21	2.36	48.24	51.76	
Nº200	0.074	167.28	8.36	56.60	43.40	
< Nº200		858.00	43.40	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



D <sub>10</sub> : 0.0171
D <sub>30</sub> : 0.0512
D <sub>60</sub> : 0.2495
C <sub>u</sub> : 14.63
C <sub>c</sub> : 0.62

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

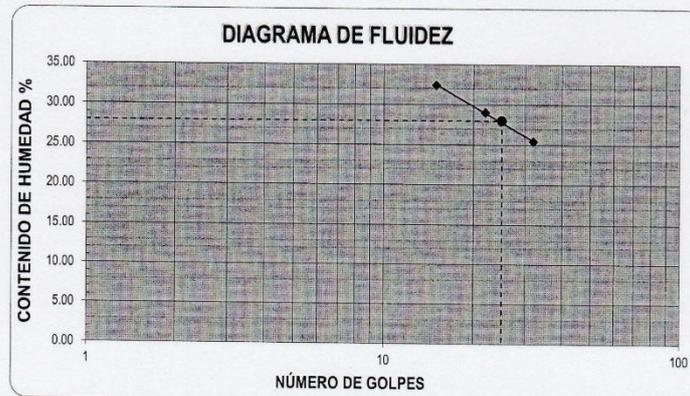
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-4 / E-1 / Km 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	15	22	32	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	11.10	10.16	8.86	7.94	11.54
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.96	13.60	13.15	8.87	12.33
Peso tara + suelo seco (g)	14.77	12.83	12.28	8.66	12.17
Contenido de Humedad %	32.43	29.06	25.44	25.68	25.40
Límites %	28			26	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -9.2190 \ln(x) + 57.445$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-4 / E-1 / Km 04+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.65	51.59	50.47
Peso del tarro + suelo humedo (g)	206.53	200.86	200.87
Peso del tarro + suelo seco (g)	197.62	192.27	192.24
Peso del suelo seco (g)	146.97	140.68	141.77
Peso del agua (g)	8.91	8.59	8.63
% de humedad (%)	6.06	6.11	6.09
% de humedad promedio (%)	6.09		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

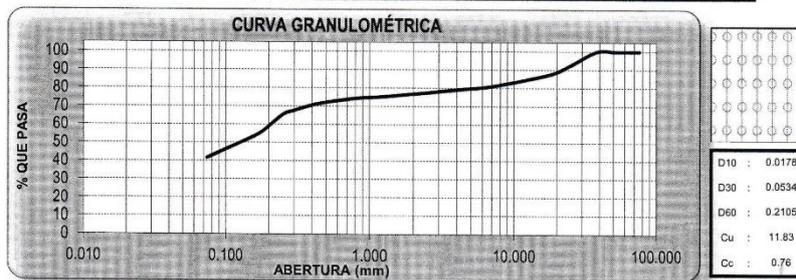
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-5 / E-1 / Km 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00  
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1168.15  
 Peso perdido por lavado : 831.85

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	4.46%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	143.42	7.17	7.17	92.83	
3/4"	19.050	94.00	4.70	11.87	88.13	L. Líquido : 27
1/2"	12.700	65.51	3.28	15.15	84.85	L. Plástico : 24
3/8"	9.525	39.94	2.00	17.14	82.86	Ind. Plasticidad : 3
1/4"	6.350	47.64	2.38	19.53	80.47	Clasificación de la Muestra
No4	4.750	25.08	1.25	20.78	79.22	
No8	2.360	40.97	2.05	22.83	77.17	Clas. AASHTO : A-4 (0)
No10	2.000	9.36	0.47	23.30	76.70	Descripción de la Muestra
No16	1.180	32.73	1.64	24.93	75.07	
No20	0.850	13.18	0.66	25.59	74.41	SUCS: Arena limosa con grava
No30	0.600	29.28	1.46	27.05	72.94	AASTHO: Suelos limosos / Regular a malo
No40	0.420	41.66	2.08	29.14	70.86	
No50	0.300	56.38	3.32	32.46	67.54	Tiene un % de finos de = 41.59%
No60	0.250	46.35	2.32	34.78	65.23	
No80	0.180	185.12	9.26	44.03	55.97	Descripción de la Calicata
No100	0.150	68.73	3.44	47.47	52.53	
No200	0.074	219.80	10.94	58.41	41.59	C-5
< No200		831.85	41.59	100.00	0.00	E-1
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0.00 m - 1.50 m



**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

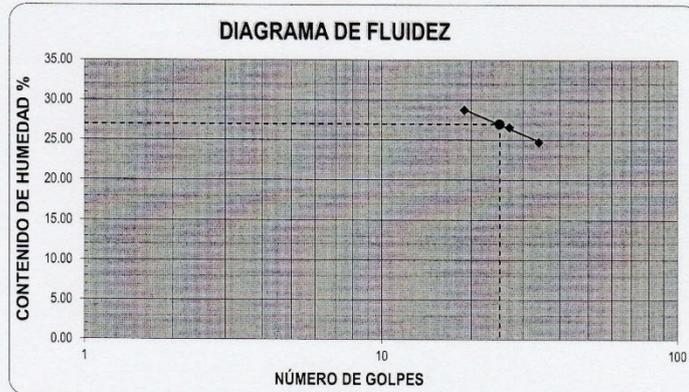
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-5 / E-1 / Km 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes	19	27	34	-	-
Peso de tara (g)	10.34	9.63	11.91	10.53	9.84
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.31	14.01	17.56	11.20	10.75
Peso tara + suelo seco (g)	14.20	13.09	16.44	11.07	10.57
Contenido de Humedad %	28.76	26.59	24.72	24.07	24.66
Límites %	27			24	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$y = -6.8670 \ln(x) + 49.045$

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-5 / E-1 / Km 05+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.99	51.80	52.47
Peso del tarro + suelo humedo (g)	209.83	207.22	210.71
Peso del tarro + suelo seco (g)	202.78	200.84	204.00
Peso del suelo seco (g)	150.79	149.24	151.53
Peso del agua (g)	7.05	6.38	6.71
% de humedad (%)	4.68	4.27	4.43
% de humedad promedio (%)	4.46		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422**

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-6 / E-1 / Km 06+00 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

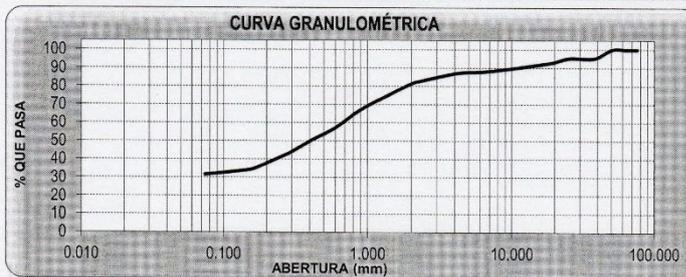
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1369.03

Peso perdido por lavado : 630.97

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	9.45%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	94.72	4.74	4.74	95.26	<b>Límites e Índices de Consistencia</b>
1"	25.400	0.00	0.00	4.74	95.26	
3/4"	19.050	48.48	2.42	7.16	92.84	L Líquido : 39
1/2"	12.700	41.44	2.07	9.23	90.77	L Plástico : 30
3/8"	9.525	26.71	1.34	10.57	89.43	Ind. Plasticidad : 9
1/4"	6.350	30.95	1.55	12.12	87.89	<b>Clasificación de la Muestra</b>
No4	4.778	16.04	0.80	12.92	87.08	
No8	2.360	83.76	4.19	17.11	82.90	Clas. SUCS : SC
No10	2.000	32.73	1.64	18.74	81.26	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
No18	1.180	179.95	9.00	27.74	72.26	<b>Descripción de la Muestra</b>
No20	0.850	128.59	6.43	34.17	65.83	
No30	0.600	174.76	8.74	42.91	57.09	SUCS: Arena arcillosa
No40	0.420	127.81	6.39	49.30	50.70	AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
No50	0.300	131.66	6.58	55.88	44.12	
No60	0.250	58.79	2.94	58.82	41.18	Tiene un % de finos de = 31.55%
No80	0.180	100.56	5.03	63.85	36.15	
No100	0.150	39.66	1.98	65.83	34.17	<b>Descripción de la Calicata</b>
No200	0.075	52.42	2.62	68.45	31.55	
< No200		630.97	31.55	100.00	0.00	C-6 : E-1
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0.00 m - 1.50 m



D10	: 0.0235
D30	: 0.0704
D60	: 0.6832
Cu	: 28.13
Cc	: 0.31

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

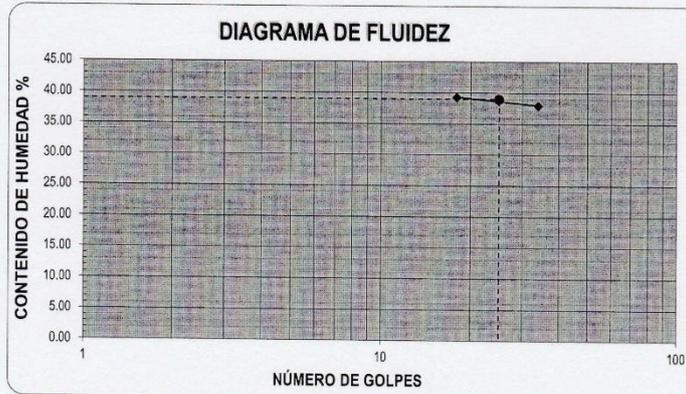
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-6 / E-1 / Km 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	18	25	34	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.01	11.08	10.26	9.83	10.47
Peso de tara + suelo húmedo (g)	14.69	14.84	14.15	10.30	10.91
Peso tara + suelo seco (g)	13.37	13.79	13.08	10.19	10.81
Contenido de Humedad %	36.29	38.75	37.94	30.56	29.41
Límites %	39			30	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -2.1060 \ln(x) + 45.421$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-6 / E-1 / Km 06+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	52.36	50.33	50.12
Peso del tarro + suelo humedo (g)	209.93	212.80	204.78
Peso del tarro + suelo seco (g)	195.82	199.49	191.25
Peso del suelo seco (g)	143.46	149.16	141.13
Peso del agua (g)	14.11	13.31	13.53
% de humedad (%)	9.84	8.92	9.59
% de humedad promedio (%)	9.45		

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

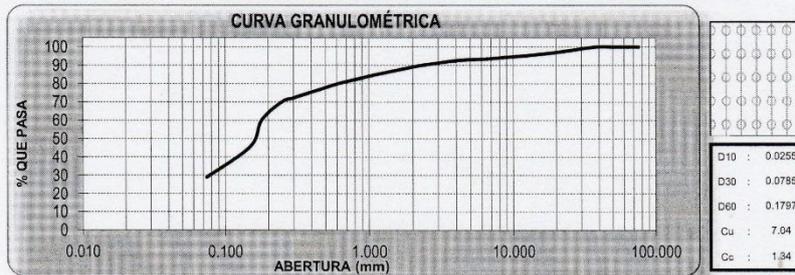
ASTM D - 422

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO
SOLICITANTE : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA : C-7 / E-1 / Km 07+600 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
Peso de muestra seca luego de lavado : 1419.97
Peso perdido por lavado : 580.03

Table with 7 columns: Tamices ASTM, Abertura (mm), Peso Retenido, %Retenido Parcial, %Retenido Acumulado, %Que Pasa, and Contenido de Humedad. It lists sieve sizes from 3" down to < No200 and provides corresponding weight and percentage data.



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



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

D10 : 0.0255
D30 : 0.0785
D60 : 0.1797
Cu : 7.04
Cc : 1.34

fb/ucv.peru
@ucv\_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

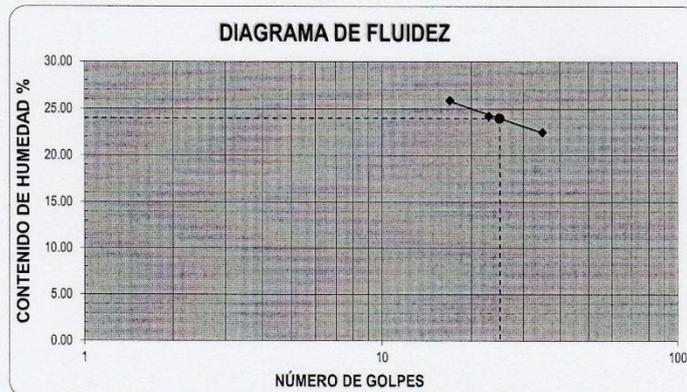
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-7 / E-1 / Km 07+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	17	23	35	-	-
Peso de tara (g)	9.43	8.89	8.64	9.91	10.64
Peso de tara + suelo húmedo (g)	16.82	14.23	14.41	10.68	11.43
Peso tara + suelo seco (g)	15.30	13.13	13.35	10.55	11.29
Contenido de Humedad %	25.89	24.23	22.51	20.31	21.54
Límites %	24			21	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -4.6560 \ln(x) + 38.992$$

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

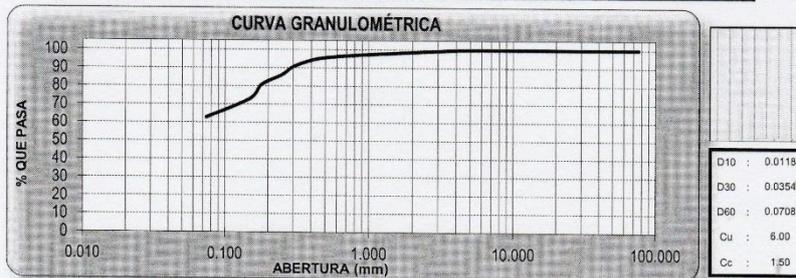
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-8 / E-1 / Km 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 1500.00  
 Peso de muestra seca luego de lavado : 559.85  
 Peso perdido por lavado : 940.15

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	22.12%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 27
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 24
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : 3	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	0.48	0.03	0.03	99.97		Clas. SUCS : ML
No4	4.750	2.31	0.15	0.19	99.81		Clas. AASHTO : A-4 (0)
No8	2.360	13.74	0.92	1.10	98.90	Descripción de la Muestra	
No10	2.000	4.53	0.30	1.40	98.60		SUCS: Limo arenoso
No16	1.180	13.82	0.91	2.31	97.69		AASHTO: Suelos limosos / Regular a malo
No20	0.850	9.98	0.67	2.98	97.02	Tiene un % de finos de = 62.68%	
No30	0.600	13.06	0.87	3.85	96.15		
No40	0.420	23.96	1.60	5.45	94.55		
No50	0.300	59.39	3.96	9.40	90.60	Descripción de la Calicata	
No60	0.250	66.48	4.43	13.84	86.16		
No80	0.180	81.48	5.43	19.27	80.73		
No100	0.150	115.45	7.70	26.97	73.03	C-8 : E-1	
No200	0.074	155.37	10.36	37.32	62.68		
< No200		940.15	62.68	100.00	0.00		
Total		1500.00	100.00			Profundidad : 0.00 m - 1.50 m	



CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

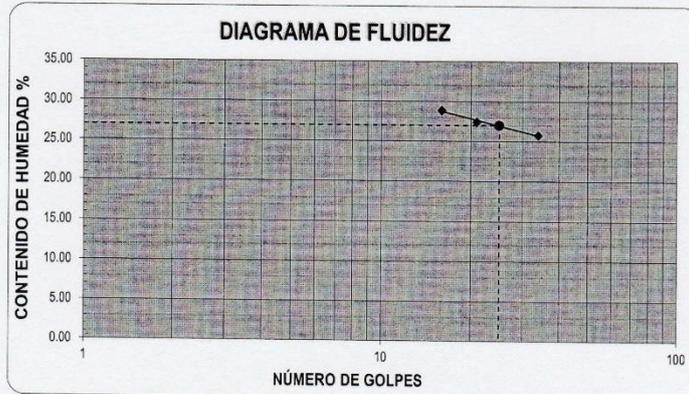
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-8 / E-1 / Km 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	16	21	34	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.20	9.69	9.72	9.87	9.08
Peso de tara + suelo húmedo (g)	17.34	15.59	15.43	10.94	10.21
Peso tara + suelo seco (g)	15.74	14.32	14.26	10.73	9.99
Contenido de Humedad %	28.88	27.43	25.77	24.42	24.18
Límites %	27			24	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$y = -4.0470 \ln(x) + 39.964$

**CAMPUS TRUJILLO**  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)  
**MUESTRA** : C-8 / E-1 / Km 08+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.03	51.52	51.02
Peso del tarro + suelo humedo (g)	173.59	164.40	160.47
Peso del tarro + suelo seco (g)	151.17	143.62	141.00
Peso del suelo seco (g)	101.14	92.10	89.98
Peso del agua (g)	22.42	20.78	19.47
% de humedad (%)	22.17	22.56	21.64
% de humedad promedio (%)	22.12		

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-9 / E-1 / Km 09+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

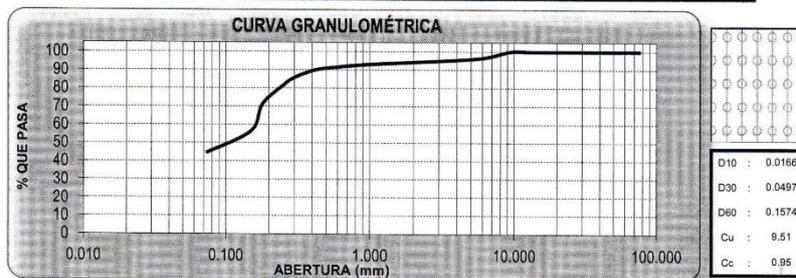
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1106.10

Peso perdido por lavado : 893.90

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	10.63%
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	L Líquido : 25
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 23
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : 2
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	84.60	3.24	3.24	96.76	
No4	4.75	26.10	1.31	4.55	95.45	Clas. SUCS : SM
No8	2.360	20.20	1.01	5.56	94.44	Clas. AASHTO : A-4 (0)
No10	2.000	5.30	0.27	5.82	94.18	Descripción de la Muestra
No16	1.180	17.10	0.86	6.68	93.32	
No20	0.850	13.90	0.70	7.37	92.63	SUCS: Arena limosa
No30	0.600	22.20	1.11	8.48	91.52	AASTHO: Suelos limosos / Regular a malo
No40	0.420	32.40	1.62	10.10	89.90	
No50	0.300	84.30	4.22	14.32	85.68	Tiene un % de finos de = 44.70%
No60	0.250	86.90	4.35	18.66	81.34	
No80	0.180	204.20	10.21	28.87	71.13	Descripción de la Calicata
No100	0.150	295.50	14.76	43.65	56.35	
No200	0.074	233.20	11.66	55.31	44.70	C-9
< No200		893.90	44.70	100.00	0.00	E-1
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0.00 m - 1.50 m



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211024  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

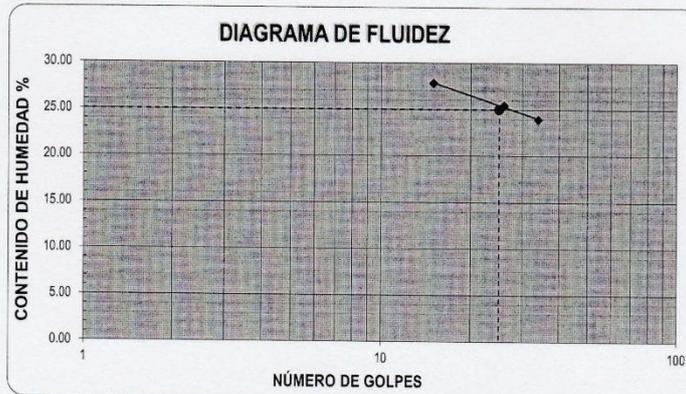
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-9 / E-1 / Km 09+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	15	26	34	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	9.23	8.08	8.04	9.54	8.92
Peso de tara + suelo húmedo (g)	15.34	13.26	13.17	10.38	9.98
Peso tara + suelo seco (g)	14.01	12.21	12.18	10.22	9.78
Contenido de Humedad %	27.82	25.42	23.91	23.53	23.28
Limites %	25			23	



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-9 / E-1 / Km 09+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.99	52.82	52.01
Peso del tarro + suelo húmedo (g)	191.43	168.27	168.41
Peso del tarro + suelo seco (g)	177.87	157.32	157.22
Peso del suelo seco (g)	125.88	104.50	105.21
Peso del agua (g)	13.56	10.95	11.19
% de humedad (%)	10.77	10.48	10.64
% de humedad promedio (%)	10.63		

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
C.I.P. 231674  
Instituto Tecnológico de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

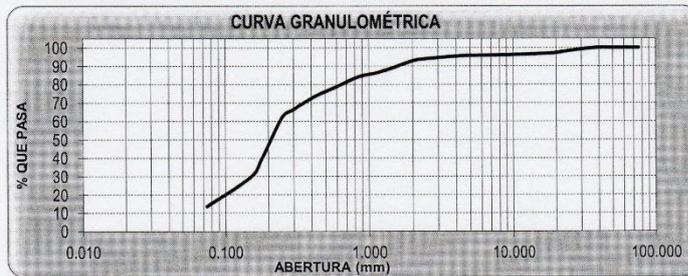
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-10 / E-1 / Km 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00  
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1728.83  
 Peso perdido por lavado : 273.17

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	0.98%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	29.74	1.49	1.49	98.51		L Líquido : 29
3/4"	19.050	28.25	1.41	2.90	97.10		L Plástico : 18
1/2"	12.700	13.11	0.66	3.56	96.45	Ind. Plasticidad : 2	
3/8"	9.525	6.69	0.33	3.89	96.11	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	5.53	0.28	4.17	95.83		Clas. SUCS : SM
No4	4.750	6.78	0.34	4.51	95.50		Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
No8	2.360	34.26	1.71	6.22	93.78	Descripción de la Muestra	
No10	2.000	19.39	0.97	7.19	92.81		SUCS: Arena limosa
No16	1.180	122.36	6.12	13.31	86.69		AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno
No20	0.850	51.26	2.56	15.87	84.13	Tiene un % de finos de = 13.66%	
No30	0.600	106.52	5.33	21.19	78.81		
No40	0.420	109.30	5.47	26.66	73.34		
No50	0.300	139.43	6.97	33.63	66.37	Descripción de la Calicata	
No60	0.250	82.76	4.14	37.77	62.23		C-10 : E-1
No80	0.180	451.06	22.55	60.32	39.68		Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No100	0.150	201.93	10.10	70.42	29.58		
No200	0.075	318.46	15.92	86.34	13.66		
< No200		273.17	13.66	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



D10	: 0.0542
D30	: 0.1512
D60	: 0.2431
Cu	: 4.49
Cc	: 1.74

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

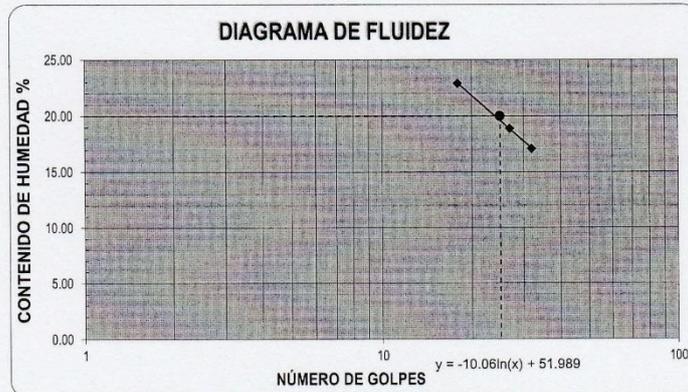
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-10 / E-1 / Km 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes	18	27	32	-	-
Peso de tara (g)	7.75	9.11	9.38	12.58	8.73
Peso de tara + suelo húmedo (g)	12.42	13.39	15.00	14.24	10.19
Peso tara + suelo seco (g)	11.55	12.71	14.18	13.98	9.97
Contenido de Humedad %	22.89	18.89	17.08	18.57	17.74
Limites %	20			18	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$y = -10.060 \ln(x) + 51.989$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-10 / E-1 / Km 10+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.95	50.64	51.05
Peso del tarro + suelo humedo (g)	211.74	215.49	224.89
Peso del tarro + suelo seco (g)	210.27	213.79	223.20
Peso del suelo seco (g)	159.32	163.15	172.15
Peso del agua (g)	1.47	1.70	1.69
% de humedad (%)	0.92	1.04	0.98
% de humedad promedio (%)	0.98		

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
C.P. 211074  
Módulo de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

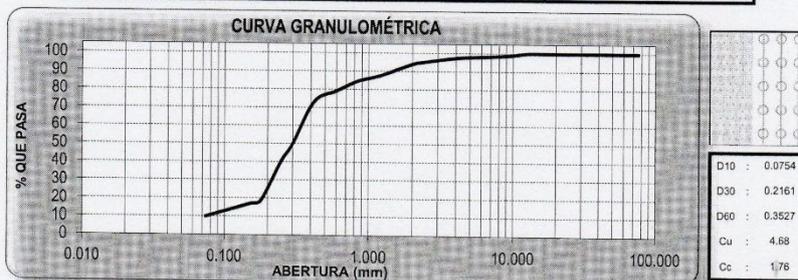
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)  
**MUESTRA** : C-11 / E-1 / Km 11+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00  
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1802.60  
 Peso perdido por lavado : 197.40

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	0.86%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Líquido : 22 Plástico : 21 Ind. Plasticidad : 1
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra Clas. SUCS : SP-SM Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/8"	9.525	23.40	1.17	1.17	98.83	
1/4"	6.350	14.10	0.71	1.88	98.13	Descripción de la Muestra SUCS: Arena mal graduada con limo AASHTO: Grava y arena limo o arcillosa / Excelente a bueno Tiene un % de finos de = 9.87%
No4	4.750	12.70	0.64	2.51	97.49	
No8	2.360	50.30	2.52	5.03	94.98	Descripción de la Calicata C-11 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No10	2.000	22.40	1.12	6.15	93.85	
No18	1.180	129.40	6.47	12.62	87.38	
No20	0.850	57.80	2.89	15.51	84.50	
No30	0.600	109.70	5.49	20.99	79.01	
No40	0.420	122.10	6.11	27.10	72.91	
No50	0.300	460.10	23.01	50.10	49.90	
No60	0.250	186.10	9.31	59.41	40.60	
No80	0.180	437.20	21.86	81.27	18.74	
No100	0.150	36.90	1.85	83.11	16.89	
No200	0.074	140.40	7.02	90.13	9.87	
< No200		197.40	9.87	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #sairadelante  
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

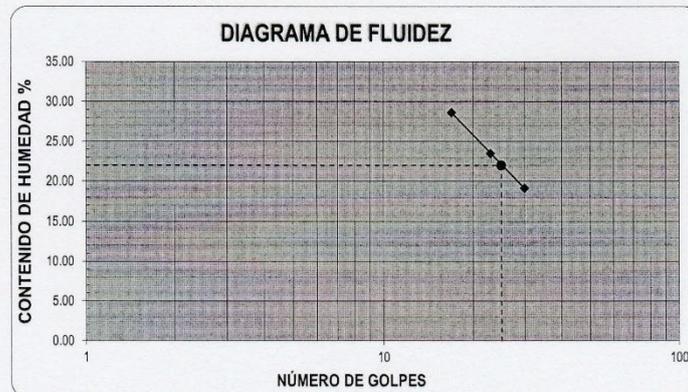
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-11 / E-1 / Km 11+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes	17	23	30	-	-
Peso de tara (g)	10.76	10.31	9.43	9.00	8.51
Peso de tara + suelo húmedo (g)	14.22	13.83	13.23	10.50	9.76
Peso tara + suelo seco (g)	13.45	13.16	12.62	10.25	9.54
Contenido de Humedad %	28.62	23.51	19.12	20.00	21.36
Limites %	22			21	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -16.730 \ln(x) + 76.018$$

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anix.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-11 / E-1 / Km 11+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	52.18	51.04	51.15
Peso del tarro + suelo humedo (g)	216.32	222.86	220.78
Peso del tarro + suelo seco (g)	214.91	221.43	219.30
Peso del suelo seco (g)	162.73	170.39	168.15
Peso del agua (g)	1.41	1.43	1.48
% de humedad (%)	0.87	0.84	0.88
% de humedad promedio (%)	0.86		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
CIP: 211074  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
ASTM D - 422

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-12 / E-1 / Km 12+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

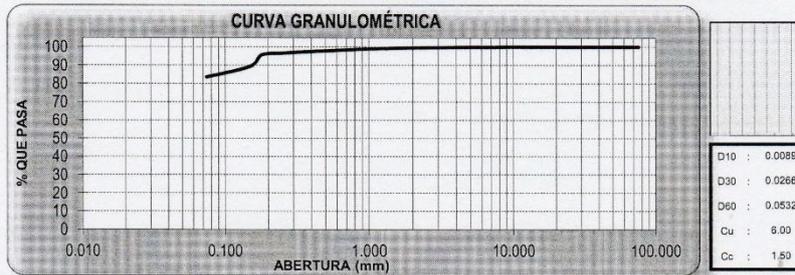
**DATOS DEL ENSAYO**

Peso de muestra seca : 1600.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 254.30

Peso perdido por lavado : 1335.70

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	15.42%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 35
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 32
1/4"	6.350	2.60	0.16	0.16	99.84	Ind. Plasticidad : 3
No4	4.75	0.40	0.03	0.19	99.81	<b>Clasificación de la Muestra</b>
No8	2.360	3.80	0.24	0.43	99.58	Clas. SUCS : ML
No10	2.000	1.40	0.09	0.51	99.49	Clas. AASHTO : A-4 (4)
No15	1.180	6.50	0.41	0.92	99.08	<b>Descripción de la Muestra</b>
No20	0.850	6.60	0.41	1.33	98.67	SUCS: Limo arenoso
No30	0.600	9.40	0.59	1.92	98.08	AASTHD: Suelos limosos / Regular a malo
No40	0.420	9.10	0.57	2.49	97.51	
No50	0.300	9.80	0.61	3.10	96.90	Tiene un % de finos de = 83.48%
No60	0.250	6.40	0.40	3.50	96.50	<b>Descripción de la Calicata</b>
No80	0.180	15.40	0.96	4.46	95.54	
No100	0.150	99.40	6.21	10.68	89.33	C-12 : E-1
No200	0.075	93.50	5.84	16.52	83.48	
< No200		1335.70	83.48	100.00	0.00	
Total		1600.00	100.00			



**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA  
ASTM D - 4318

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO

**SOLICITANTE** : ARANA SALDAÑA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO

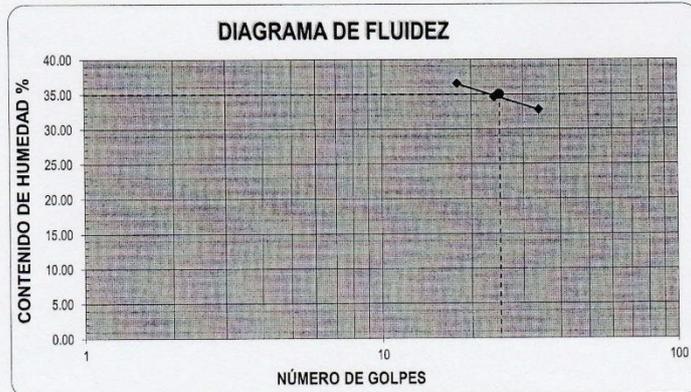
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-12 / E-1 / Km 12+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA						
Descripción		Límite Líquido			Límite Plástico	
		18	24	34	-	-
N° de golpes		18	24	34	-	-
Peso de tara	(g)	9.85	10.09	10.14	10.16	9.85
Peso de tara + suelo húmedo	(g)	13.11	13.55	13.62	10.56	10.40
Peso tara + suelo seco	(g)	12.24	12.66	12.75	10.46	10.27
Contenido de Humedad	%	36.55	34.63	32.82	33.33	30.95
Límites	%	35			32	



**ECUACIÓN DE LA RECTA**

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$y = -5.842 \ln(x) + 53.353$$

**CAMPUS TRUJILLO**  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D - 2216

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN EN EL CANAL DE RIEGO EL MORO - LAREDO - TRUJILLO  
**SOLICITANTE** : ARANA GALDARA, JEAN CARLOS - REYNA VARAS, MILER FERNANDO  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : LAREDO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)  
**MUESTRA** : C-12 / E-1 / Km 12+000 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	52.52	50.07	51.75
Peso del tarro + suelo humedo (g)	157.15	158.04	159.71
Peso del tarro + suelo seco (g)	143.23	143.51	145.33
Peso del suelo seco (g)	90.71	93.44	93.58
Peso del agua (g)	13.92	14.53	14.38
% de humedad (%)	15.35	15.55	15.37
% de humedad promedio (%)	15.42		

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anix.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.



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

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

**Anexo 4: Resolución directora N° 615-2010 ANA/ALAMVCH**

**CARGO**

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

Trujillo, 22 de Octubre del 2019

OFICIO N° 540-2019/PAIC-FI-UCV

Señor:

**VILLAVIVENCIO VILLAR, LUIS MARIANO**  
**AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD



**ASUNTO: SOLICITO EL ACTA Y CAUDAL DE DISEÑO QUE ABASTECE AL CANAL DE RIEGO EL MORO-LAREDO-TRUJILLO.**

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y conocedores de su capacidad de colaboración para con los estudiantes de esta casa de estudios; me permito presentar a los Sres. **ARANA SALDAÑA JEAN CARLOS** y **REYNA VARAS MILER FERNANDO**, estudiantes del X Ciclo del Programa Académico de Ingeniería Civil, de esta universidad; y al mismo tiempo, solicitar su autorización para que los estudiantes puedan acceder al acta y caudal de diseño que abastece al canal de riego el moro-Laredo-Trujillo.

Lo que permitirá desarrollar la tesis titulada.

“Análisis comparativo en el sistema de conducción en el canal de riego el Moro - Laredo - Trujillo”

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

Atentamente

**Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde**  
**DIRECTOR**  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Referencias:

Correo: [jean.aranasal@gmail.com](mailto:jean.aranasal@gmail.com)

Celular: 925 749 422

C.C. File  
AJVV/mraa



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura

Autoridad Nacional  
del Agua

Administración Local  
de Agua Moche-Virú-Chao

"Año de la Consolidación Económica y Social del Perú"

**RESOLUCION ADMINISTRATIVA N°140-2010-ANA-ALA MOCHE-VIRU-CHAO**

Trujillo, 23 de Julio del 2010.

**VISTO:**

El Escrito de Registro N°615-2010/ALAMVCH, mediante el cual se presenta el Estudio Definitivo "Propuesta de Actualización de Asignación de Agua en Bloques en los Valles Moche, Virú, Chao, Guadalupito e Intervalles" para el valle de Moche; y,

**CONSIDERANDO:**

Que, el artículo 2° de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N°29338, establece que: "El agua constituye patrimonio de la nación. El dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible. Es un bien de uso público y su administración sólo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la nación. No hay propiedad privada sobre el agua";

Que, en el tercer trimestre del 2009 en el ámbito de la Administración Local de Agua Moche-Virú-Chao se llevó a cabo la Actualización de la Conformación de Bloques en los Valles Moche, Virú, Chao, Guadalupito e Intervalles, cuyo documento final propone; para el Sub Distrito de Riego Moche: Treintauno (31) bloques, para el Sub Distrito de Riego Virú: Veintisiete (27) bloques, para el Sub Distrito de Riego Chao: Catorce (14) bloques, para la Junta de Usuarios Guadalupito: Seis (06) bloques y para las Áreas Nuevas de la Irrigación CHAVIMOCHIC que constituyen el área de influencia de la Junta de Usuarios de Riego Presurizado del Distrito de Riego Moche-Virú-Chao: Diez (10) bloques; dicha propuesta fue validada por los representantes legales de cada Comisión de Usuarios de las respectivas Juntas de Usuarios, siendo expuesta públicamente en las fechas siguientes; para el valle Moche el día 21 de Diciembre del 2009, valle Virú el 23 de Diciembre del 2009, para el valle Chao el 29 de Diciembre del 2009, para la Junta de Usuarios Guadalupito el 18 de Diciembre del 2009 y para las Áreas Nuevas el 15 de Enero del 2010;

Que, mediante Resolución Administrativa N°027-2010-ANA-ALA MOCHE-VIRU-CHAO se aprueba el Estudio Definitivo de la "Actualización de la Conformación de Bloques en los Valles de Chao, Virú, Moche e Intervalles", el cual contiene la actualización de conformación de bloques de los valles Moche, Virú, Chao y la conformación de bloques de la Junta de Usuarios Guadalupito y de las Áreas Nuevas de la Irrigación CHAVIMOCHIC que constituyen el área de influencia de la Junta de Usuarios de Riego Presurizado del Distrito de Riego Moche-Virú-Chao;

Que, con Oficio N°018-2010-ANA-FODUA-LL./ACC, el Coordinador Regional de la Formalización de Derechos de Uso de Agua alcanza la versión final del estudio "Propuesta de Actualización de Asignación de Agua en Bloques en los Valles Moche, Virú, Chao, Guadalupito e Intervalles", con la debida subsanación de observaciones que en la exposición realizaron las organizaciones de usuarios;

Que, el presente estudio ha conllevado a la realización de reuniones de trabajo con las organizaciones de usuarios y el Proyecto Especial CHAVIMOCHIC, puesto que el mismo recoge la información que las Juntas de Usuarios manejan respecto a las filtraciones y demandas de agua entre otros;

Que, así mismo esta Administración Local de Agua emitió el Oficio N°911-2010-ANA-ALA MOCHE-VIRU-CHAO, mediante el cual se le solicita al Proyecto Especial CHAVIMOCHIC opinión con respecto al incremento del volumen de agua a asignar siendo la consignación de un módulo distinto a los 10.000 m<sup>3</sup>, otorgándole un plazo de tres (03) días para tal fin;

## **Anexo 5: Panel Fotográfico**



Se puede observar la bocatoma del Canal el Moro, ubicada en Cerro Blanco.



Bocatoma – Cerro Blanco



Canal de mampostería km 1 + 000



Canal de mampostería km 1+ 050



Canal de mampostería km 3 + 000



Canal de mampostería km 4 + 00



Canal sin revestir km 4 + 50



Canal sin revestir km 5 + 00



Canal sin revestir km 7 + 00

**Anexo 6: Especificaciones Técnicas - PVC**

### Proceso de fabricación:

Por uno proceso de extrusión de perfiles en PVC, que tienen en las mismas una unión por macho-hembra que sirve para garantizar la sujeción del perfil en el proceso de conformación de la tubería helicoidal.

### Materia Prima:

Los materiales cumplen con los requisitos 4.2 – Unplasticized Poly(vinyl chloride) – general con referencia a los requisitos de calidad de ensayo ISO 1167-1 – *Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for conveyance of fluids -Determination of the resistance to internal pressure - Partes 1 e 2*. Es un ensayo con duración de 1000h con una tensión circunferencial de 10MPa en un cuerpo de prueba en forma de tubo de 32mm de diámetro a una temperatura controlada de 60°C. También con la parte 8.1.1 - Unplasticized Poly(vinyl chloride) Physical characteristics of PVC-U Pipes y adjunto "A" de la norma ISO 21.138.

También cumplen con los requisitos de las normas NM 82 – Contenido de cenizas con el máximo 10% - Temperatura de reblandecimiento VICAT ( $\geq 79^{\circ}\text{C}$ ); NM 83 (1,3 gr/cm<sup>3</sup> a 1,5 gr/cm<sup>3</sup>) - Densidad de PVC. Todos los ensayos cumplen con los criterios y requisitos descritos en las normas ABNT NBR 07362-01, ABNT NBR 14312/01, que son más exigentes en este aspecto que la norma ISO 21.138.

### Normas Rigidez Anular:

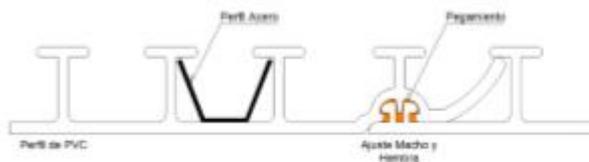
Conforme el ensayo de *Rigidez Anular de las tuberías* prescrito en el método de ensayo ISO 9969, exigido por las normas NPT-399.162; ISO 21.138. En Brasil se utiliza también la norma ABNT NBR 9053, que determina la rigidez anular, pero con otros parámetros comparativos.

La combinación del perfil estructurado de PVC, con perfil de acero galvanizado con protección tipo Z275, y con cristales normales, que tienen una camada de 100 gr/m<sup>2</sup> de Cinc superficial. Este acero podría utilizarse con tuberías BRLOC en suelos donde la acidez es solo extremadamente alta, y esta protección de las tiras de acero en Cinc es una garantía extra.

## Tubo 1000mm:

Los tubos BRLOC son compuestos de un enrollamiento helicoidal de perfiles de PVC y algunos casos con refuerzo de un perfil específico en acero. El diseño del acero se cambia conforme el diámetro e tipo de perfil de PVC.

La unión de los perfiles en el proceso de conformación se hace por la unión macho hembra y con la introducción en esto de un pegamiento compuesto de THF (tetrahydrofuran) y PVC que genera una reacción química con una migración molecular de las dos partes que garantiza la perfecta estanqueidad y fuerza.



Fotos de las tuberías listas:



Todas las tuberías siguen con una campana lisa montada para la obra, donde se aplica el pegamiento en la unión como vamos a ver más abajo.

Tabla con datos técnicos del tubo de 1000mm:

Diámetro Nominal	Diámetro Int. (mm)	Diámetro Ext. (mm)	Peso Próx. (kg/m)	Clase Rigidez	ISO 9969 (kN/m <sup>2</sup> )	Observación
1000	1012	1046	26,8	SN3	1,3	Ensayo Acque

Tabla comparativa entre rigidez según la norma ISO9969 y NPT 399.162

Séries de las tuberías	1	2	3	4	5	6	7
Stiffness según SR <sub>2X</sub> NPT 399.162, (kN/m <sup>2</sup> )	2	4	8	16	31,5	63	125
Stiffness según ISO9969, (kN/m <sup>2</sup> )	0,25	0,5	1	2	4	8	16

Los resultados arriba de los ensayos de las tuberías respectan la norma para la especificación de clase inmediatamente debajo de los valores de ensayo. Los diámetros cumplen con las tolerancias especificado en la norma NPT 399.162-1 en su parte 5.1.2 Diámetro exterior.

***E` (MPa)***

Diâmetro (m):	Passeio (5KPa)		TB-240 (240 kPa ou 40 kPa por eixo)		TB-450 (450 kPa ou 75 kPa por eixo)	
	Mín. (m)	Máx. (m)	Mín. (m)	Máx. (m)	Mín. (m)	Máx. (m)
0,160	0,6	11,0	0,6	11,0	0,6	11,0
0,200	0,6	11,0	0,6	11,0	0,6	11,0
0,250	0,6	11,0	0,6	11,0	0,6	11,0
0,300	0,8	11,0	0,8	11,0	0,8	11,0
0,350	0,8	11,0	0,8	11,0	0,8	11,0
0,400	0,8	11,0	0,8	11,0	0,8	11,0
0,450	0,8	11,0	0,8	11,0	0,8	11,0
0,500	0,8	11,0	0,8	11,0	0,8	11,0
0,550	0,8	10,0	0,8	10,0	0,8	10,0
0,600	0,8	9,0	0,8	9,0	0,8	9,0
0,650	1,0	9,0	1,0	9,0	1,0	9,0
0,700	1,0	9,0	1,0	9,0	1,0	9,0
0,750	1,0	10,0	1,0	10,0	1,0	10,0
0,800	1,0	10,0	1,0	10,0	1,0	10,0
0,850	1,0	9,5	1,0	9,5	1,0	9,5
0,900	1,0	10,0	1,0	10,0	1,0	10,0
0,950	1,0	8,5	1,0	8,5	1,0	8,5
1,000	1,0	8,5	1,0	8,5	1,0	8,5
1,100	1,0	8,5	1,0	8,5	1,0	8,5
1,200	1,0	8,5	1,0	8,5	1,0	8,5
1,500	1,0	9,5	1,0	8,5	1,0	8,5
1,600	1,0	8,5	1,0	8,5	1,0	8,5
1,800	1,0	7,5	1,0	7,5	1,0	7,5
2,000	1,0	7,0	1,0	7,0	1,0	7,0
2,200	1,0	6,0	1,0	6,0	1,0	6,0
2,500	1,2	5,5	1,2	5,5	1,2	5,5
2,800	1,2	4,5	1,2	4,5	1,2	4,5
3,000	1,2	4,5	1,2	4,5	1,2	4,5

## Zanca.

Buenas condiciones en ambos lados;

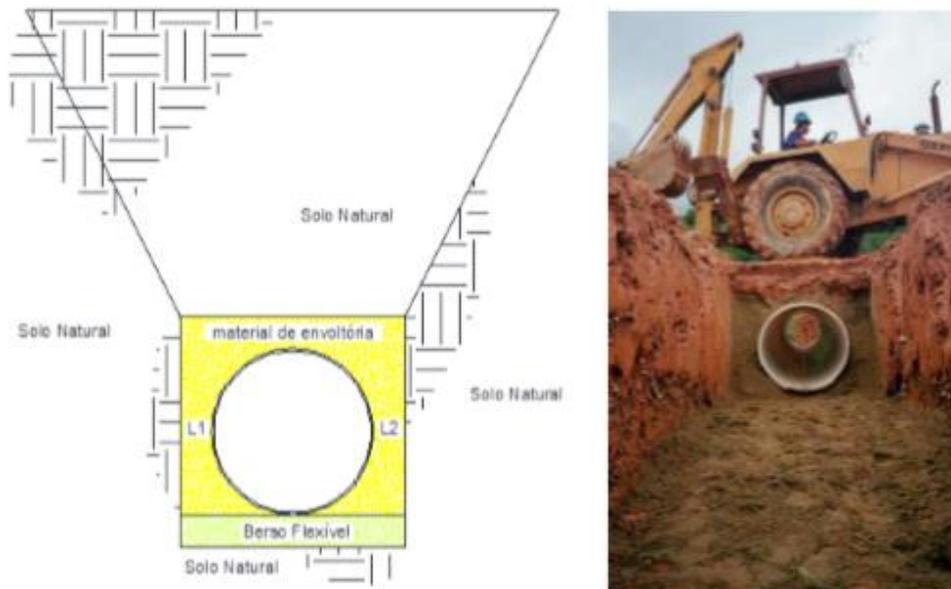


Imagen 03 – Diseño para instalación de tuberías flexibles en suelos con buen módulo de resistencia.

Tubos BRLOC 1000mm deben ser instalados con zanca mínimos de **1500mm** de ancho total.

## Compactación lateral de alrededor de la tubería.

El módulo de resistencia del suelo alrededor  $E'$  es lo parámetro más importante en la determinación de la deformación diametral de la tubería en carga.

La tabla abajo es definida por el SUCS - Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y ofrece un valor para el Módulo de resistencia del suelo  $E'$ , conforme el tipo de suelo, necesario para las buenas condiciones de compactación de lo material de alrededor de los tubos.

En la imposibilidad de confinamiento del tubo en la zanca en uno de los costados es necesario el uso de hormigón para apoyarse el material de alrededor del tubo.