



# **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL SISTEMAS Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

#### **Tesis**

**“Diseño del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón – localidad de Ucupe – Distrito de Lagunas – Provincia de Chiclayo – Región Lambayeque”**

**Para obtener el Título Profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Baique Camacho Gilbert Alberto**

**Elías Mejía Richard Ismael**

**Autores**

**Dr. Ing. Bravo Idrogo Sergio**

**Asesor**

**Lambayeque Perú  
Mayo- 2017**



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL SISTEMAS Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

#### Tesis

**“Diseño del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón  
– localidad de Ucupe – Distrito de Lagunas – Provincia de  
Chiclayo – Región Lambayeque”**

**Para obtener el Título Profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Aprobado por los Miembros del Jurado**

Ing. Bocanegra Jácome Miguel Rolando  
Presidente

Ing. Cueva Campos Hamilton Vladimir  
Miembro

Ing. Martínez Santos Jorge Luis  
Miembro

Dr. Ing. Bravo Idrogo Sergio  
Asesor

Baique Camacho Gilbert Alberto  
Autor

Elías Mejía Richard Ismael  
Autor

Lambayeque – Perú  
Mayo 2027

# DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón emana, dedico todo mi trabajo a **Dios**.

Con todo el amor a mis padres **SEBASTEIANA** y **NOLBERTO** por su incondicional esfuerzo, sacrificio y apoyo, por el amor que dedican para acompañar cada paso que doy en la vida por ser un sostén constante que me ayuda a salir adelante en los momentos más difíciles, gracias por la educación y por siempre creer en mí.

A mis tíos que siempre estuvieron allí para brindarme su apoyo, consejos y comprensión, a mis hermanos que siempre aspiran a ser ejemplo de superación y ser parte fundamental de mí vida, a mis amigos compañeros de grandes momentos gracias por su amistad y ser parte de este logro.

*Gilbert Alberto*

## DEDICATORIA

**A Nuestro Señor Jesús**, por ser el guía espiritual en mi vida, por darme las fuerzas para continuar día a día, para seguir adelante con el cumplimiento de mis metas.

A mis Padres **Rolando** y **Estrogilda**, por todo el apoyo incondicional *en esta meta de ser Ingeniero. Por su desprendimiento total y consejos que diariamente me brindaron, por confiar en mí y en todo lo que me propongo.*

A mis **tíos**, por ser ejemplos de superación, por ser unas personas talentosas, por haber contribuido en mi educación y formación.

*Richard Ismael*

## RESUMEN

El presente proyecto “**Diseño del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón - localidad de Ucupe – distrito de Lagunas - provincia de Chiclayo - región Lambayeque**”, contribuye en la etapa de la elaboración de los diferentes estudios que se están realizando en la zona para mejorar la infraestructura hidráulica en este proceso de modernización del agro.

Este proyecto está ubicado en la localidad de Ucupe, distrito de Lagunas, Provincia de Chiclayo, región Lambayeque, consta en el diseño y revestimiento de un conjunto de canales de regadío, para llegar a tal meta en este proyecto de tesis se ha realizado el estudio topográfico, de suelos e hidráulico necesarios para su desarrollo.

El estudio definitivo consta en el diseño de parte de un sistema de riego que implica revestir los canales San Manuel y Galpón que conforman el sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón de la localidad de Ucupe – distrito de lagunas – provincia de Chiclayo – región Lambayeque, para el cual se realizará: Estudio topográfico, Estudio de mecánica de suelos, Estudios hidráulicos, Diseño estructural, Estudio de impacto ambiental, Estudios económicos

Por otro lado el transporte del agua como materia de riego tiene gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la serviciabilidad de los canales constituyen al desarrollo socio económico de los sectores de la población, por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos de riego para que puedan garantizar el mayor aprovechamiento del recurso del agua en los distintos usos que esta tenga y así facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Es por esto, que la tesis que se presenta, se ha desarrollado el diseño de un sistema de riego que comprenden los sectores San Manuel y Galpón para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos en los diferentes cultivos que estas pampas ofrecen a sus agricultores, en ello se plantean las diversas obras de arte necesarias para la mejor conducción del recurso a su destino así como también las especificaciones técnicas necesarias para lograr la ejecución de este proyecto.

## ABSTRACT

The present project "Design of the irrigation system of the San Manuel and Galpón sectors - Ucupe town - Lagunas district - Chiclayo province - Lambayeque region", contributes to the stage of the elaboration of the different studies that are being carried out in the area to improve the hydraulic infrastructure in this process of modernization of agriculture.

This project is located in the town of Ucupe, district of Lagunas, Province of Chiclayo, Lambayeque region, consists in the design and coating of a set of irrigation channels, to reach this goal in this thesis project the study has been carried out topographic, soil and hydraulic necessary for its development.

The definitive study consists in the design of part of an irrigation system that involves covering the San Manuel and Galpon canals that make up the irrigation system of the San Manuel and Galpon sectors of the town of Ucupe - lagoon district - Chiclayo province - Lambayeque region, for which it will be carried out: Topographic study, Soil mechanics study, Hydraulic studies, Structural design, Environmental impact study, Economic studies

On the other hand, the transport of water as an irrigation material has a great influence on the economy of urban and rural areas, and the serviceability of the channels constitutes the socio-economic development of the population sectors, therefore, proper planning is necessary. in the irrigation projects so that they can guarantee the greatest use of the water resource in the different uses that it has and thus facilitate the improvement of the quality of life of the inhabitants.

That is why, the thesis presented, the design of an irrigation system that includes the San Manuel and Galpon sectors has been developed for a better use of water resources in the different crops that these pampas offer their farmers, in this raises the diverse works of art necessary for the best conduction of the resource to its destination as well as the technical specifications necessary to achieve the execution of this project.

## INDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>I</b>
<b>Agradecimiento</b>	<b>III</b>
<b>Contenido</b>	<b>IV</b>
<b>Índice de cuadros</b>	<b>VIII</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de figuras y gráficos</b>	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	<b>2</b>
<b>CAPITULO II</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO III</b>	<b>12</b>
<b>CAPITULO IV</b>	<b>25</b>
<b>CAPITULO V</b>	<b>56</b>
<b>CAPITULO VI</b>	<b>105</b>
<b>CAPITULO VII</b>	<b>114</b>
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>172</b>
<b>CAPITULO IX</b>	<b>177</b>
<b>CAPITULO X</b>	<b>180</b>
<b>CAPITULO XI</b>	<b>182</b>

## **INTRODUCCIÓN**

Los canales y elementos varios de conducción de agua son un factor muy importante en el desarrollo socio - económico de las regiones y países.

El transporte del agua como materia de riego tiene gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la serviciabilidad de los canales constituyen al desarrollo socio - económico de los sectores de la población, por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos de riego para que puedan garantizar el mayor aprovechamiento del recurso agua en los distintos usos que esta tenga y así facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Es por esto, que la tesis que se presenta, se ha desarrollado el diseño del sistema de riego que comprenden los sectores San Manuel y Galpón para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos en los diferentes cultivos que estas pampas ofrecen a sus agricultores, en ello se plantean las diversas obras de arte necesarias para la mejor conducción del recurso a su destino así como también las especificaciones técnicas necesarias para lograr la ejecución de este proyecto.

# **CAPITULO I**

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

## 1.2 GENERALIDADES

En muchos valles del Perú, como es el caso del Sub-Sector Úcupe, resulta una necesidad impostergable el Mejoramiento del Sistema de Riego, considerándose sobre todo que en la zona muchas veces las estructuras hidráulicas y en nuestro caso específico sistema de distribución, presentan condiciones inadecuadas para el servicio, lo que deviene en considerables pérdidas y consecuentemente baja eficiencia de conducción, por lo tanto se deberá considerar el mejoramiento de los sistemas a través de revestimientos de los canales y mejora en estructuras de control evitando que se afecte el proceso de desarrollo agrícola de la zona, que obstaculiza el crecimiento de la producción agrícola.

La problemática expuesta, forma parte del plan de desarrollo concertado Lambayeque 2011 – 2021, tiene establecido como uno de sus lineamientos de política promover la inversión pública y privada para la ejecución de proyectos de infraestructura, económicos, ambientales y sociales y otros que orienten a garantizar la disponibilidad sostenible del recurso hídrico para las actividades productivas, como el caso de la agricultura orgánica y ecológica. Es urgente de solucionar porque restringe el suministro del recurso hídrico de manera adecuada, tanto en cantidad y oportunidad, afectando el normal desarrollo de las actividades agrícolas, con las consiguientes repercusiones negativas sobre la producción agrícola e ingresos económicos de los agricultores de la zona, que los están llevando a un retraso cada vez mayor en su desarrollo socioeconómico.

No se debe perder de vista que el agua es un recurso cuya presencia o ausencia no se puede predecir totalmente, y que las circunstancias pueden conducir al éxito o al fracaso, a una actividad como la agrícola, que hoy sigue siendo la principal fuente generadora de trabajo, especialmente de alimentos que la humanidad necesita.

### 1.3 ANTECEDENTES

Uno de los grandes desafíos que enfrenta el Perú en el siglo XXI es lograr el progreso económico, reducir la pobreza y mejorar las condiciones de vida de la población rural. Para ello es indispensable elevar la rentabilidad y competitividad de la actividad agropecuaria. Con este propósito, entre otras acciones, el Perú ha desarrollado en los últimos 30 años importantes proyectos hidráulicos de múltiple propósito, especialmente en la Costa, orientados al mejoramiento del riego y la ampliación de la frontera agrícola.

Los problemas del Manejo y Gestión del agua de riego en el valle Zaña, es compleja dado que en los últimos 40 años los cambios estructurales han sido muy veloces (reforma agraria, parcelaciones, proceso de regionalización, etc.).

En el Sub Sector de Úcupe -Mocupe, la infraestructura existente se caracteriza por sus canales sin revestir y escasa presencia de obras de medición y control para el manejo del recurso hídrico, además otro factor que eleva el disfuncionamiento de distribución viene a ser la existencia de fugas en la red, debido a que en algunos casos las estructuras son deterioradas por los mismos usuarios; algunos laterales que no tienen suficiente capacidad de conducción, lo que obliga a fraccionar los módulos de riego.

El presente proyecto **“Diseño del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón - localidad de Ucupe – distrito de Lagunas - provincia de Chiclayo - región Lambayeque”**, contribuye en la etapa de la elaboración de los diferentes estudios que se están realizando en la zona para mejorar la infraestructura hidráulica en este proceso de modernización del agro.

### 1.4 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMATICA

El sistema de canales existente de los sectores San Manuel y Galpón que tiene un kilometraje de 12+226.52 m, no posee una apropiada infraestructura de servicios de agua para irrigar los terrenos agrícolas de esta zona.

El sistema existente es un conjunto de canales de tierra por lo que no se aprovecha adecuadamente el agua, al originarse pérdidas por infiltración en su recorrido.

## **1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El estudio definitivo consta en el diseño de parte de un sistema de riego que implica revestir los canales San Manuel y Galpón que conforman el sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón de la localidad de Ucupe – distrito de lagunas – provincia de Chiclayo – región Lambayeque, para el cual se realizará:

- Estudio topográfico
- Estudio de mecánica de suelos
- Estudios hidráulicos
- Diseño estructural
- Estudio de impacto ambiental
- Estudios económicos

## **1.6 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Por qué realizar el estudio definitivo del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón – localidad de Ucupe – distrito de Lagunas – provincia de Chiclayo – región Lambayeque?

## **1.7 HIPOTESIS**

El estudio definitivo del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón – localidad de Ucupe – distrito de Lagunas – provincia de Chiclayo – región Lambayeque servirá como documento principal para su ejecución.

## **1.8 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA**

Porque no se encuentran revestidos los canales del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón – localidad de Ucupe – distrito de Lagunas – provincia de Chiclayo – región Lambayeque.

Para revestir los canales del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón – localidad de Ucupe – distrito de Lagunas – provincia de Chiclayo – región

Lambayeque, y así evitar las pérdidas de agua por infiltración, ampliando así la frontera agrícola.

## 1.9 OBJETIVOS

### 1.8.1 OBJETIVO CENTRAL

El objetivo central que se plantea está orientado al:

**“REALIZAR EL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO DE LOS SECTORES SAN MANUEL Y GALPÓN- LOCALIDAD DE UCUPE- DISTRITO DE LAGUNAS – PROVINCIA DE CHICLAYO – REGIÓN LAMBAYEQUE”**

### 1.8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para solucionar el problema central se ha definido los objetivos específicos siguientes:

- Realizar estudios topográficos
- Realizar estudios de mecánica de suelos
- Realizar estudios hidráulicos
- Realizar diseño estructural
- Evaluar el impacto ambiental
- Determinar estudios económicos

## 1.9 DESCRIPCION Y RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto está ubicado en la localidad de Ucupe, distrito de Lagunas, provincia de Chiclayo, región Lambayeque, consta en el diseño y revestimiento de un conjunto de canales de regadío, para llegar a tal meta en este proyecto de tesis se ha realizado el estudio topográfico, de suelos e hidráulico necesarios para su desarrollo.

**Estudio topográfico:** El conjunto de canales está conformado por 5 canales un total de 12226.52 m; Canal San Manuel y dos ramales, Canal Galpón y un ramal. Para lo cual se hizo el levantamiento topográfico cada 20 mts estacado. Para el alineamiento se trazó en gabinete 5 alineamientos (poligonales abiertas) y secciones transversales cada 20 mts.

**Estudio de suelos:** Se realizaron calicatas cada 500 mts en el eje del canal, se excavó 50 cm y luego se continuó con posteadora a una profundidad de 1.50 m a 2.0 m en algunos casos, las paredes del canal existente también se le hizo una excavación a

una profundidad de 50 - 60cm para corroborar que el talud sea corte y no relleno. De estas calicatas se extrajo diversas muestras para luego someterlos a estudios necesarios para los diseños.

**Estudio de canteras:** Se localizó la cantera más cercana al proyecto que se encuentra en explotación y de la cual se hacen la mayoría de las obras de la zona, la cantera San Nicolas de la cual se explota arena gruesa con un volumen de 270,000 m<sup>3</sup>, la piedra chancada se extraerá de la chancadora San Nicolás con una producción de 500 m<sup>3</sup> mensuales y el afirmado de una cantera ubicada a 3.0 km de Ucupe, propiedad municipal con un volumen de 150,000 m<sup>3</sup>. Se tomaron muestras a las cuales se les hizo ensayos y se procedió a hacer testigos de concreto para dos diseños de mezcla,  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Estudios hidráulicos:** Se utilizó el software HCanales para el cálculo de las secciones teniendo en cuenta el tipo de material de revestimiento (concreto frotachado), caudal a conducir (1 - 0.5) m<sup>3</sup>, talud, pendiente.

**Estudios económicos:** Con ayuda del programa S10, la revista capeco y cotizaciones del mercado local se obtuvo el monto de de **Sl. 5,757,140.94 (son: cinco millones setecientos cincuentisiete mil ciento cuarenta y 94/100 nuevos soles).**

### Resumen del proyecto:

- Nombre del proyecto: Diseño del sistema de riego de los sectores San Manuel y Galpón – localidad de Ucupe – distrito de Lagunas – provincia de Chiclayo – región Lambayeque.
- Tipo de revestimiento a usar: Revestido con concreto simple  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  la caja de canal y concreto de  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$  en sus obras de arte.
- Sección de la caja de canal: Esta tendrá una sección trapezoidal.
- El sistema de canales consta de 5 canales:
  - ✓ Canal San Manuel 3+132.00 km
  - ✓ Canal San Manuel R I 2+937.19 km
  - ✓ Canal San Manuel R II 1+071.00 km
  - ✓ Canal Galpón 3+577.33 km
  - ✓ Canal Galpón R I 1+509.00 km

- Tipo de suelo más representativo es CL y ML arcillas y limos de baja compresibilidad.
- Los canales tienen secciones trapezoidales variables que dependen del caudal y pendiente.
- El tipo de flujo es subcrítico.
- La pendiente máxima y mínima son 3 ‰ y 1 ‰ respectivamente.
- Las tomas laterales fueron diseñadas con un caudal de 0.16 m<sup>3</sup>/s que es el caudal necesario que recibe cada beneficiario para su parcela.
- El total de volumen a excavar es 15,497.34 m<sup>3</sup>
- El total de volumen a rellenar con material de préstamo es 1,907.29 m<sup>3</sup>
- El monto de inversión para poner en marcha el proyecto y sus componentes asciende a la suma de **S/. 5,757,140.94 (son: cinco millones setecientos cincuentisiete mil ciento cuarenta y 94/100 nuevos soles).**

# **CAPITULO II**

## CAPÍTULO II

### 2.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

- **ARBULÚ RAMOS JOSÉ** – En relación a los criterios hidráulicos para diseñar una alcantarilla de tubos o de sección rectangular de concreto armado son idénticos, cuyas dimensiones son determinadas por la carga hidráulica disponible, la velocidad permitible en las alcantarillas, consideraciones económicas y el total de pérdidas de carga calculadas sea aproximadamente igual a la carga hidráulica disponible...
- **KROCHIN SVIRTOSLAV (11)**: En relación a los criterios que se deben considerar para el diseño de canales sostiene que "... al realizar un diseño de un canal, generalmente son datos, el caudal "Q" que se desea conducir, y la gradiente de la que se dispone puede variar dentro de ciertos límites. También se conoce el coeficiente de rugosidad de Manning (n) que dependerá del tipo de revestimiento que se escoja ..."
- **VILLON BEJAR, MÁXIMO (17)**: En relación a los criterios para el diseño hidráulico de un canal sostiene que "...el costo de construcción de un canal es el volumen por excavar, pues depende de la sección transversal, mediante ecuaciones se puede plantear y resolver el problema para obtener una menor excavación para conducir un gasto dado, conocida la pendiente, a todo esto se le llama sección de Máxima eficiencia hidráulica.  
Si un canal está trazado sobre un terreno bastante permeable se hace necesario diseñar una sección que permite obtener la menor pérdida posible de agua por la infiltración, la cual se puede hallar matemáticamente, a esto se le conoce como Sección de Mínima Infiltración..."
- **GARCÍA RICO ELMER (7)**: En cuanto al diseño de canales de riego dice que "... cuando se trata de trazar un canal o un sistema de canales y existe la información básica disponible, se procede a realizar en gabinete un trazo preliminar, el cual mediante su replanteo en campo, donde se hacen los ajustes que se consideren necesarios, se obtiene finalmente el trazo definitivo. En caso de no existir información básica, se procede a levantar la topografía del canal en las siguientes fases:

- a) Reconocimiento del terreno.
- b) Trazo preliminar.
- c) Trazo definitivo.

- **TERZAGHI K. (15):** En relación al diseño de las estructuras de concreto menciona "... Que las propiedades físicas del suelo, que intervienen en el cálculo teórico del empuje activo en muros son: el peso unitario, el ángulo de fricción interna y la cohesión. A menos que se determine los valores de estas constante, por medios de ensayos de laboratorio, sobre muestras representativas del material..."

- **SSELL C. BRINKER - PAUL R. WOLF. (14):** Indica que "... los levantamientos de caminos, canales o vías terrestres, para carreteras o tuberías , se requieren elevaciones en cada estación situada a 100 m ó 50 m. de la anterior, en los puntos de cambio de dirección, en las quebradas ó cambios de pendientes del terreno y en puntos críticos como los de cruce de caminos, puentes y alcantarillas. Al llevar estas elevaciones a la representación gráfica, se obtiene un perfil, o sea una sección vertical de la superficie del terreno según una línea fija..."

- **GILES RONALD V (8):** Afirma que "... el ingeniero debe calcular las fuerzas ejercidas por los fluidos con el fin de poder diseñar satisfactoriamente las estructuras que las contienen, para evaluar las 03 características de las fuerzas hidrostáticas; a saber: módulo, dirección y sentido. Además se determinará también la localización de la fuerza..."

# **CAPITULO III**

## CAPÍTULO III

### 3.1. DESCRIPCION

### 3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

#### 3.1.1 UBICACIÓN

##### En el ámbito geográfico ambiental

Región natural : Chala  
Ambiente Bioclimático : Árido semicálido  
Cuenca : Río Zaña Lambayeque

##### En el ámbito Político

Región : Lambayeque  
Provincia : Chiclayo  
Distrito : Mocupe

##### En el ámbito administrativo

ATDR(administración técnica del distrito de riego) : Zaña Lambayeque  
Junta de Usuarios : Distrito de Riego Zaña  
Subsector de Riego : La Manga  
Comisión de Regantes : Úcupe

##### Ubicación del Canal

Región : Lambayeque  
Provincia : Chiclayo/Lambayeque  
Distrito : Lagunas/Úcupe/Lambayeque  
Región geográfica : Costa  
Altitud : 27 m.s.n.m

FIGURA N° 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO



### 3.2.2. EXTENSIÓN Y LÍMITES

#### A. EXTENSIÓN

Según INEI (2005), el Distrito de Lagunas tiene una extensión territorial de 429.27 Km<sup>2</sup>, dentro de esta área se encuentra el sistema de canales en estudio que tienen una longitud total de 12226.52 m el cual se está considerando revestir.

El área de influencia de este canal es de 1000.00 ha regables, cabe señalar que existen tierras eriazas y debido a la falta de agua y carencia de recursos económicos que padecen los agricultores no las pueden incorporar al cultivo y también existen pozos tubulares hechos por algunos propietarios para abastecerse en épocas de sequía.

#### B. LÍMITES

El Sub Sector de Úcupe - Mocupe, limita con los siguientes sub sectores.

- ✓ POR EL NORTE : Con el Distrito de Reque.
- ✓ POR EL SUR : Con la Provincia de Chepen.
- ✓ POR EL ESTE : Con el Distrito de Zaña.
- ✓ POR EL OESTE : Con el Océano Pacífico y el distrito de Eten.

### 3.2.3. VÍAS DE ACCESO

Para llegar a la zona del proyecto, se parte desde la ciudad de Chiclayo hasta la localidad de Ucupe - Distrito de Lagunas (36.400km, tiempo 50'), por la vía regional panamericana sur, la carretera es asfaltada en un buen estado de conservación y transitable todo el año. Para llegar al inicio del proyecto nos embarcamos desde la localidad de Ucupe en moto taxi la cual nos dirigimos por la única entrada que tienen acceso los usuarios de la junta de regantes a 30' con una distancia de 7.4km hasta el inicio del proyecto.

**Cuadro No. 01: Accesibilidad a la Zona del Proyecto**

Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo (hr)	Medio de Transporte	Tipo de Vía
Chiclayo	Úcupe	36.40	0.50	Vehículo	Asfaltada
Úcupe	Progresiva 0+000	7.40	0.30	Moto Taxi	Trocha Carrozable

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.2.4. LIMATOLOGÍA**

Según la clasificación de Koppen, el clima es cálido templado seco en el área media y baja de la cuenca.

#### **A. TEMPERATURA**

La temperatura media anual de 21.33 °C, con máximo mensual en los meses de Febrero y Marzo (28 °C) y un mínimo mensual en agosto de 15.43°C, variando la nubosidad de acuerdo con la altitud.

#### **B. PRECIPITACIÓN**

Las precipitaciones en la zona de irrigación son muy reducidas y esporádicas de presencia mayormente en la estación de verano, registrándose en el valle Zaña alrededor de 34 mm/ año. Sin embargo de presentarse la Corriente del Niño (Corriente marítima tibia) frente a la costa de la cuenca puede dar lugar a precipitaciones de consecuencias catastróficas.

#### **C. HUMEDAD RELATIVA**

La humedad relativa es de 76.5 – 77.5%. La humedad relativa del aire es un índice de la aridez del clima, presentándose la máxima en los meses de Julio y Agosto y la mínima en Enero y Febrero.

#### **D. EVAPORACIÓN**

Presenta valores máximos en los meses de verano siendo de 74mm, teniendo como valor promedio mensual de horas de sol entre 156 y 315, alcanzando mayores valores en Diciembre a Enero y los mínimos en Junio y Julio.

#### **E. VELOCIDAD DEL VIENTO**

La velocidad del viento y su dirección se han registrado a una altura de 2.0 m siendo la Velocidad media anual de 3.22 m/s y la Dirección principal: Sur.

### **3.2.5. ROLOGÍA**

Las aguas superficiales provienen de las descargas del río Zaña y los pequeños aportes de los ríos Udimá y de Nanchoc.

El Servicio de Agua para Riego a las parcelas es controlado, pero en épocas de escasez sufren con el servicio, dado a que no se cuenta con un Reservorio para regular los volúmenes de agua, por lo tanto, estos ámbitos sufren de aguda escasez en los años secos y es frecuente el fracaso de las campañas agrícolas, salvo en el caso de los agricultores que cuentan con pozo de bombeo y que son insignificantes. Ello conlleva al alto riesgo de las pequeñas unidades familiares que dependen de la disponibilidad de agua de Riego para cultivar, por lo que tienden a diversificar su economía (mediante ganadería, trabajo asalariado, negocio, etc.)

### **3.2.6. TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA**

Topográficamente el área de estudio es ligeramente plana, con pendiente predominantes de 1% a 2%, no siendo estos factores limitantes para la planificación del riego más si deben ser tomados en cuenta en la planificación de los sistemas de drenaje.

Fisiográficamente el área de estudio está definida por la formación predominante de las terrazas aluviales, sin embargo se notan otras formaciones como laderas suaves, tablazos y pampas.

La zona afectada por el proyecto se encuentra comprendida entre los 20 y 27 metros sobre el nivel del mar.

### **3.2.7. GEOLOGÍA**

La zona donde están ubicadas las obras corresponde a la región de la costa norte del Perú, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

De acuerdo al plano Geológico del cuadrángulo N° 38 hoja 14 – d (Boletín emitido por INGEMMET), el área en estudio es una formación de suelos existentes que corresponden a la era del cenozoico, del Sistema Cuaternario reciente y están conformados por depósitos eólicos, fluviales, aluviales y lacustre, dentro de los cuales se caracterizan las arcillas, arenas finas y gravas del conglomerado.

No se determina la presencia de estructuras geológicas importantes como fallas, discordancias y grietas pronunciadas etc.

La Geodinámica externa del área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles aluviones, huaycos, deslizamientos de masa de tierra.

La Litología del suelo fue caracterizado por un suelo de tipo transportado, identificándose en superficie de un material de arenas limosas y arcillosas de baja plasticidad.

### **3.2.8. LOS**

En la zona del proyecto se caracteriza por presentar un relieve topográfico bastante plano, conformada principalmente por terrenos agrícolas.

Los materiales que lo conforman son predominantemente de textura media a moderadamente finos y de naturaleza calcárea. Estos materiales de origen aluvial han originado suelos más fértiles y productivos.

El drenaje natural es bastante bueno aguas arriba, sin embargo en la parte baja zona del proyecto el drenaje es pobre, llegándose a observarse zonas abandonadas por tener acumulación de sales, debido a la ausencia de sistemas naturales adecuados para la evacuación de excedentes del agua de riego.

En el sector Úcupe la napa freática es bastante superficial cuya profundidad oscila entre 0.5 a 1.5 m.

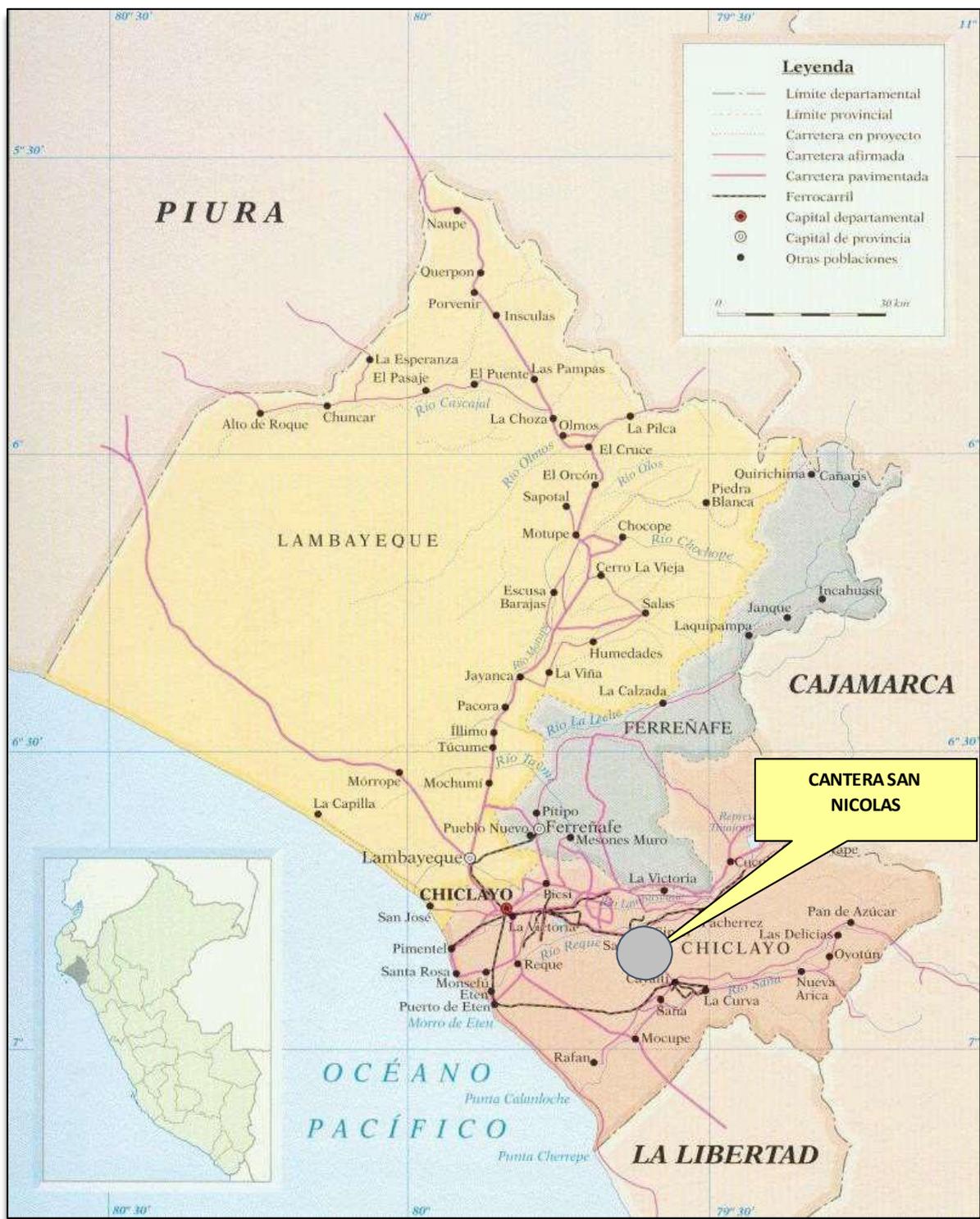
### **3.2.9. CANTERAS**

Las canteras consideradas para el proyecto se caracterizan por su potencia, calidad y ubicación. Se ha ubicado la Cantera San Nicolas, ubicada a 11.60 km de Mocupe, por la carretera a Zaña, en las coordenadas N=9235958, E=650929, la cual tiene un volumen aproximado de 270,000 m<sup>3</sup>, para explotar arena gruesa. Con respecto a la piedra chancada, esta se obtendrá de la Chancadora San Nicolás, que se encuentra a 6.50km de Mocupe por la carretera a Zaña en las coordenadas N=9229675 E=650678 y tiene una capacidad de producción de 500 m<sup>3</sup> mensuales. Con respecto al afirmado que servirá para relleno, se tiene una cantera que se encuentra a 3.00 km de Úcupe por la carretera Panamericana, a la margen izquierda, que tiene un volumen de producción de 150,000 m<sup>3</sup> aproximadamente, es de propiedad municipal, quienes tienen que dar la autorización para su explotación, tal como se viene haciendo en proyectos similares en la zona. Las características de la cantera se presentan a continuación:

## CUADRO 02. CANTERA SAN NICOLÁS.

UBICACION	MATERIAL	POTENCIA	DISTANCIA	EXPLOTACION	OBSERVACIONES
Mocupe	Arena Gruesa Y afirmado	270000 m3	11.60 KM	Sistema Convencional(Tr actor, Cargador)	Se encuentra en Explotación
Mocupe	Piedra chancada	500 m3/mes	6.50 KM	Chancadora	Se encuentra operativa
ucupe	Afirmado	150000 m3	3.00 KM	convencional	Se encuentra en explotación

Figura N° 02. UBICACIÓN “CANTERA SAN NICOLÁS”.



### 3.2.10. ÁREA Y NÚMERO DE USUARIOS BENEFICIADAS

El canal va a beneficiar de manera directa a los 180 usuarios que se encuentran empadronados de manera oficial en la respectiva Comisión de Regantes y sus respectivas áreas de cultivo, en 1000 Has. Datos obtenidos del padrón de usuarios proporcionado por la comisión de regantes Úcupe.

**Cuadro 03. Área y Número de Usuarios.**

<i>N° de Inscritos</i>	<i>Área de Cultivo</i>	<i>Unidad</i>
180	1000	Has

Fuente: Comisión de Regantes de Úcupe.

### 3.2.11. EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE RIEGO.

#### 3.1.11.1 OBRAS DE CONDUCCIÓN

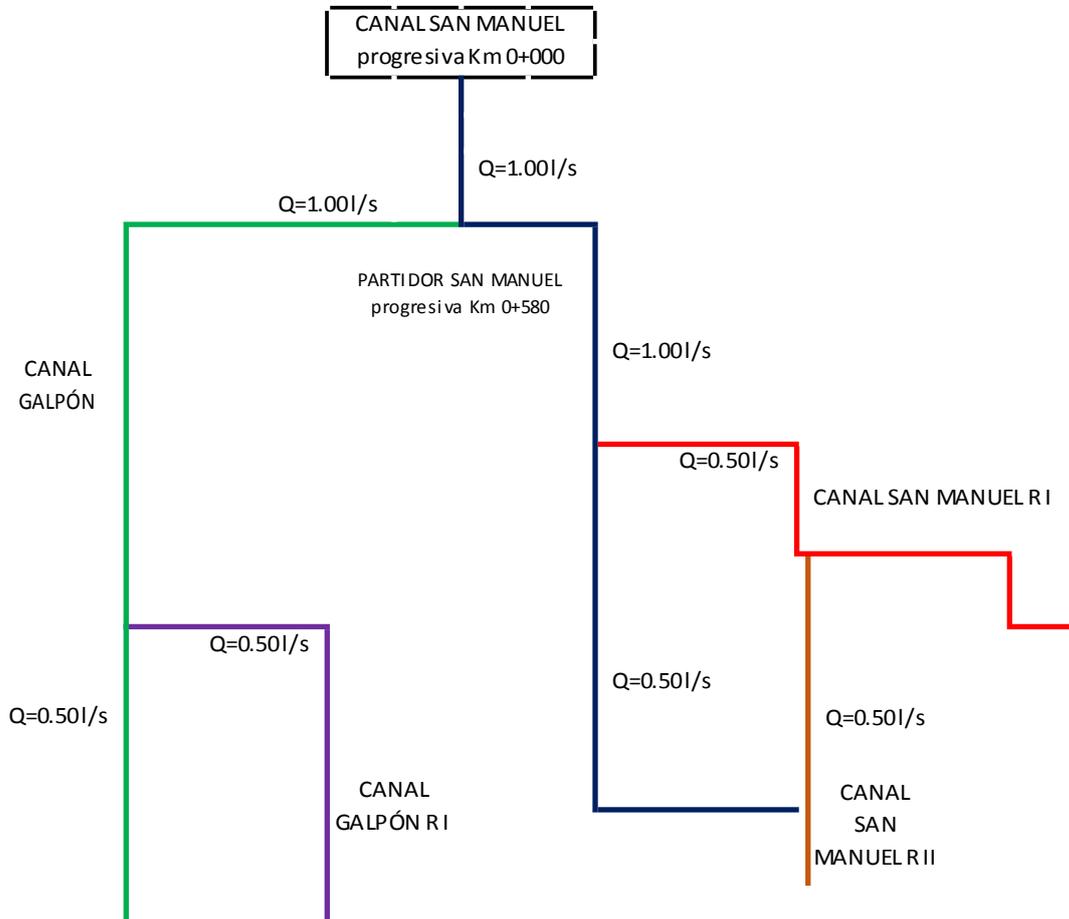
Constituido por el Canal San miguel, San Manuel y Galpón, en esta etapa del proyecto, está considerando el revestimiento de 12226.52 m. de canal. El caudal que va a conducir es de 1.00 m<sup>3</sup>/seg, el tramo en estudio es de tierra y presenta vegetación y colmatación que produce pérdidas considerables e imposibilita el paso del recurso hídrico.

**Cuadro N° 04: Canales del Sistema de Riego**

<b>CANALES</b>	<b>km</b>
canal san manuel	3+132.00
canal san manuel R 1	2+937.19
canal san manuel R 2	1+071.00
canal galpon	3+577.33
canal galpon R1	1+509.00

FUENTE: Elaboración propia

## Esquema del Sistema de Riego Actual



### 3.1.11.2 OBRAS DE ARTE

El punto de inicio empieza en el canal San Miguel el cual es un canal revestido de concreto pero que tiene un tramo de 580 m aproximados sin revestir, la sección de canal revestido es trapezoidal y es en el encuentro de canal revestido y sin revestir nuestro punto de inicio en el Km 0 + 000, Así mismo siguiendo el canal existen las siguientes obras de arte, que se muestran en el cuadro 05.

**CUADRO Nº 05: Ubicación de Obras de Arte**

CANAL	OBRA DE ARTE	km
SAN MANUEL	PARTIDOR	0+575.30
		1+111.93
		2+737.34
	PUENTE	0+595.10
		1+462.00
		2+413.03
		2+754.90
	TOMAS LATERALES	0+605.86
		0+761.14
		1+466.25
		1+638.04
		1+724.58
		1+896.44
2+153.65		
2+240.20		
2+417.87		
SAN MANUEL R1	PARTIDOR	0+955.32
		1+722.73
	PUENTE	0+949.72
		1+216.56
		1+448.83
		2+566.70
	TOMAS LATERALES	2+613.94
		0+420.70
		1+419.93
		1+451.99
		1+960.00
		2+085.05
		2+016.18
2+354.77		
2+440.33		
SAN MANUEL R2	ALCANTARILLA	2+573.84
	PUENTE	0+957.48
GALPÓN	TOMAS LATERALES	0+391.30
		0+538.08
	PARTIDOR	2+194.65
		2+772.80
		0+200.00
	PUENTES	0+859.50
		1+813.22
		2+188.13
		2+783.14
		0+195.68
	TOMAS LATERALES	0+206.02
		1+391.64
		2+318.96
		2+453.25
		2+571.55
		2+788.47
		2+837.90
		2+959.67
		3+197.29
3+330.94		
3+577.33		
SAN MANUEL R2	ALCANTARILLA	0+863.97
	PUENTE	0+837.47
GALPÓN R 1	TOMAS LATERALES	0+626.83
		0+951.32
		1+141.97
		1+265.13
		1+386.79
		1+509.00

FUENTE: Elaboración propia

### 3.2.12. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

La producción agrícola, que se desarrolla en el área del Proyecto, está compuesta por cultivos como algodón, maíz, caña, alfalfa, tomate, caigua, camote, zapallo, esparrago y pastos; principalmente cultivos que se desarrollan por su adaptabilidad a la zona además de su alto valor comercial.

En el caso de los rendimientos por hectárea, estos generalmente responden al mayor o menor uso de insumos como agua de riego de buena calidad, semilla seleccionada, fertilizantes, pesticidas, y asistencia técnica, etc.

La información presentada en el cuadro N° 05, ha sido obtenida de datos proporcionados por la Comisión de Regantes Úcupe.

**Cuadro N° 06: Rendimiento promedio de cultivos en la Comisión de Usuarios de Mocupe y Úcupe.**

<i>CULTIVOS</i>	<i>RENDIMIENTO (Kg/Ha)</i>		
	<b>Rend. local</b>	<b>Rend. Regional</b>	<b>Rend. Nacional</b>
Algodón	2,600.00	2,755.00	1,580.00
Caña de azúcar	90,000.00	107,600.00	127,700.00
Maíz Amarillo	5,200.00	6,650.00	4,515.00
Arroz	7,000.00	7,900.00	7,290.00
Menestras	1,200.00	1,200.00	1,800.00
Alfalfa	10,000.00	10,000.00	15,000.00

**Fuente:** Comisión de Regantes de Úcupe.

La producción de los cultivos instalados en la zona en estudio tiene como destino principalmente el mercado local y nacional, específicamente el arroz y algodón que son comercializados en el mercado nacional (como Piura, Sullana, Trujillo, Chiclayo y Lima).

# **CAPITULO IV**

## **CAPÍTULO IV**

### **4.0. MÉTODOS**

Con la finalidad de alcanzar los objetivos del trabajo de investigación, se efectuaron los siguientes estudios.

### **4.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

#### **4.1.1. CEPCIÓN TÉCNICA**

Se realizaron trabajos topográficos en coordinación directa con la Comisión de regantes de Úcupe, tomando en cuenta los siguientes aspectos.

- Topográficos.
- Edafológicos.
- Hidrometeorológicos.

En el desarrollo del presente estudio se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones preliminares:

- Volumen de aguas que ha de conducir el canal.
- Longitud efectiva del canal.
- Datos climatológicos de la zona.
- Naturaleza fisiográfica de la zona.
- Limitaciones económicas para la ejecución del proyecto.
- Planos de referencia.
- Tipo de canal que se ha de proyectar.
- Otros estudios: suelo, hidrología, etc.

#### **4.1.2 TRABAJO DE CAMPO**

La topografía de la ruta del canal en estudio, corresponde a la de una zona llana.

En general los trabajos topográficos se basó en las siguientes consideraciones: reconocimiento del terreno, Levantamiento del trazo, perfiles y secciones transversales; y levantamiento de las zonas de ubicación de las obras de arte.

Los trabajos descritos presentan referencias planimétricas y altimétricas, es decir están referenciadas a las coordenadas planas del sistema U.T.M. y a la altitud sobre el nivel del mar respectivamente.

A continuación se mencionan los trabajos de topografía efectuados para fines del presente Estudio, y a la vez se describen las mismas, con la metodología empleada.

- Recopilación y evaluación de la Información topográfica existente.
- Levantamiento del perfil longitudinal y secciones transversales del eje del trazo del San Manuel y Galpón – Úcupe.
- Levantamiento localizado para la ubicación de las obras de arte.

En el campo, las estaciones utilizadas quedaron monumentados con estacas de madera a largo del canal, fáciles de visualizar.

El levantamiento del perfil longitudinal ha consistido en la medición, de la lectura y registro de las cotas de terreno en el eje del trazo, en progresivas cada 20 m. y en algunos casos puntos intermedios donde existen diferencias significativas de cotas; al mismo tiempo se ha ejecutado el levantamiento de las secciones transversales en dichos puntos y en líneas de terrenos perpendiculares al eje del trazo en una longitud de 10 m. a cada lado del mismo para ello se utilizó una Estación Total de marca Top Com.

Con los datos obtenidos de la nivelación se procedió al dibujo de los planos respectivos; para el perfil longitudinal se presenta la línea que une las cotas del terreno vecino dominantes; los perfiles longitudinales han sido dibujados a escala horizontal 1:1500 y el vertical 1:150, la información del seccionado se ha dibujado a escala 1:1500 sobre el eje del trazo para presentar la altimetría de una faja de 20m. de ancho. Se ha dibujado las secciones transversales propiamente dichas.

Para los trabajos de levantamientos topográficos correspondientes, se han utilizado los siguientes equipos, herramientas y software:

- 01 Estación Total Top Com.
- 01 GPS Navegador modelo GPS Garmin Etrex30.
- 02 Prismas.
- Wincha, pintura, etc.
- Software Civil 3D 2015 Desktop para el procesamiento de los datos topográficos.
- Software AutoCAD 2014 para la elaboración de los planos correspondientes.

### **4.1.3 RABAJO DE GABINETE**

Una vez procesado los datos de la información topográfica del trazo del canal, se procedió a la elaboración de los planos.

#### **4.1.3.1 TRAZO DEFINITIVO**

- Esta fase que se realiza en el gabinete con los datos obtenidos, sirve para efectuar la localización definitiva del canal, con algunas modificaciones por motivos locales.
- El trazo definitivo se puede hacer por cualquiera de los métodos que se estudian en topografía, siendo el más usado el de deflexiones, estas pueden ser derechas o izquierdas con un valor siempre menor de 180°.
- El trazo definitivo (Poligonal de PI) no debe alejarse del trazo preliminar, se buscará siempre la mayor longitud de los tramos rectos (tangentes) disminuyendo el número de PI, ángulos los más obtusos posibles, con el propósito de evitar el desarrollo excesivo del canal, y posteriormente mucho corte o relleno.
- Sobre este trazo se calculan los datos necesarios para el replanteo; es decir se determinan las longitudes y direcciones de las líneas rectas (tangentes) así también los elementos de las curvas circulares que sustituirán a los puntos ángulos de las líneas rectas o PI.

#### **4.1.3.2 PERFIL LONGITUDINAL**

Se construye 2 ejes perpendiculares: El horizontal designado a distancia longitudinales y el vertical a distancias verticales o alturas. Se debe elegir una escala horizontal y una vertical.

Se recomienda usar: H/V: 1/10, 1/20, es decir:

    Escala Horizontal   1:1000 ó 1:2000

    Escala Vertical     1:100 ó 1:200

La rasante consiste en unir el punto inicial del perfil trazado con el punto final en valor de cotas, considerando las pendientes empleadas en diferentes tramos o si fue una pendiente uniforme.

#### **4.1.3.3 SECCIÓN TRANSVERSAL**

Consiste en plotear sobre un eje vertical las alturas y sobre otro eje horizontal la ubicación de esas alturas (por medio de distancias) teniendo como punto de

intersección de los ejes, la ubicación de un punto material en el terreno específico en el plano.

Se recomienda usar escalas iguales  $H = V$  para facilidad de cálculo de los Metrados de Movimiento de Tierras (1:200, 1:100).

## **4.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **4.2.1 LASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)**

La clasificación de los suelos fue uno de los primeros objetivos de la mecánica de suelos. Antiguamente dicha clasificación se hacía en base a criterios puramente descriptivos. Actualmente, la clasificación de suelos está basada en las propiedades mecánicas de los suelos.

El Sistema que utilizamos para la clasificación de los distintos estratos, fue el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual deriva directamente del Sistema de Clasificación de Aeropuertos, propuesto en 1942 por el Dr. Arturo Casagrande, en la universidad de Harvard y, orientado hacia obras aeroportuarias. (Juárez y Rico 2004).

El SUCS, es actualmente el sistema más empleado en el mundo y funciona dividiendo el suelo en dos grandes grupos. El primer grupo es la fracción “gruesa”, que está conformada por las partículas mayores a la malla# 200 (0.075mm). Y el segundo es la parte “fina”, la cual está conformada por todas aquellas partículas menores a la malla 200.

#### **a. Suelos gruesos**

Se considera un suelo grueso, cuando el 50 % del peso de una muestra queda retenido en la malla 200. Los suelos gruesos se subdividen en:

Gravas, de símbolo genérico G.

Arenas, de símbolo genérico S.

Las gravas y las arenas se separan con la Malla # 4 (4.76mm). Se considera como grava a todo el material retenido en dicha malla. El material que pasa la malla # 4 y es retenido por en la malla # 200, es una arena.

Estos grupos G y S, se subdividen en cuatro grupos más, en función de su gama de tamaños, presentación de finos y de la plasticidad de los mismos. De esta forma a cada grupo formado se le asigna un símbolo conformado por dos letras mayúsculas.

### b. Suelos finos.

Cuando el 50 % del peso total de la muestra traspasa la malla # 200, se dice que el suelo es fino. De la misma forma que los suelos gruesos, los finos se subdividen en tres grupos, en función de su índice plástico (IP). Estos tres grupos son:

Limos inorgánicos, de símbolo genérico M.

Arcillas inorgánicas, de símbolo C.

Arcillas y limos orgánicos de símbolo genérico O.

Al igual que los gruesos, el símbolo consta de dos letras, esta segunda es asignada en función de su grado de compresibilidad, definido por el límite líquido (LL), dividiéndose en dos grupos cuya frontera es  $LL = 50\%$ . Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade al símbolo general la letra L (baja compresibilidad). Si es mayor de 50 se añade la letra H (alta compresibilidad). Obteniéndose de este modo los siguientes tipos de suelos:

ML: Limos Inorgánicos de baja compresibilidad.

OL: Limos y arcillas orgánicas.

CL: Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad.

CH. Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad.

MH: Limos inorgánicos de alta compresibilidad.

OH: arcillas y limos orgánicas de alta compresibilidad.

Figura N° 3: Carta de Plasticidad SUCS ASTM D2487

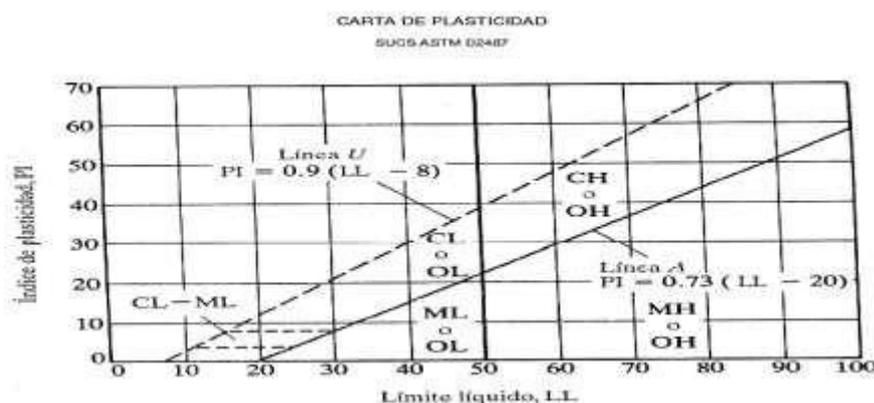


Tabla N° 1

Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (SUCS) Astm 2487

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio			Clasificación de suelos		
			Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas mas del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada
		Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
	Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla	
		Cumple los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal graduada con limo	
		Cumple los criterios para GP y GC	GP-GC	Grava mal graduada con arcilla	
	Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
			$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
		Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
		Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo
			Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla
Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM		Arena mal graduada con limo		
Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC		Arena mal graduada con arcilla		
Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200	Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica
			limite liquido - no secado		Limo orgánico
	Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75	OH	Arcilla orgánica
			limite liquido - no secado		Limo orgánica
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro	PT	Turba		

El sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:

Simbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Fracción Gruesa (FG)= 100% menos lo que pasa el tamiz No. 200.

Para que el suelo sea una grava debe cumplirse lo siguiente: Retiene el tamiz No. 4 > ½ FG

Retiene el tamiz No. 4: 100 menos lo que pasa el tamiz No. 4

Para que el suelo sea una arena debe cumplirse lo siguiente: Retiene el tamiz No. 4 < ½ FG

Las gravas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles: GW -GM grava bien graduada con limo; GW -GC grava bien graduada con arcilla; GP-GM grava mal graduada con limo; GP-GC grava mal graduada con arcilla.

Las arenas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles: SW -SM arenas bien graduada con limo; SW -SC arenas bien graduada con arcilla; SP-SM arena mal graduada con limo; SP-SC arena mal graduada con arcilla.

$C_u = D_{60}/D_{10}$   $C_c = D_{30}^2/D_{60} \cdot D_{10}$ .  $C_u$ : Coeficiente de uniformidad.  $C_c$ : Coeficiente de curvatura.

Si los límites de Atterberg se sitúan en el área sombreada de la carta de plasticidad, el suelo es una arcilla limosa CL-ML.

Si el suelo contiene  $\geq$  15% de arena, añada "con arena" al nombre del grupo.

Si el suelo contiene  $\geq$  15% de grava añada "con grava" al nombre del grupo.

Si el suelo contiene 15 a 29% mayos de la malla No. 200 añada "con arena" o "con grava", el que sea predominante.

Si el suelo contiene  $\geq$  30% mayor de la malla No. 200, predominantemente arena, añada "arenoso" al nombre del grupo.

Si el suelo contiene  $\geq$  30% mayor de la malla No. 200, predominantemente grava, añada "gravoso" al nombre del grupo.

Tabla N° 2

Diagrama De Flujo Para La Clasificación De Suelos De Partículas Guesas (Sucs Astm D 2487)

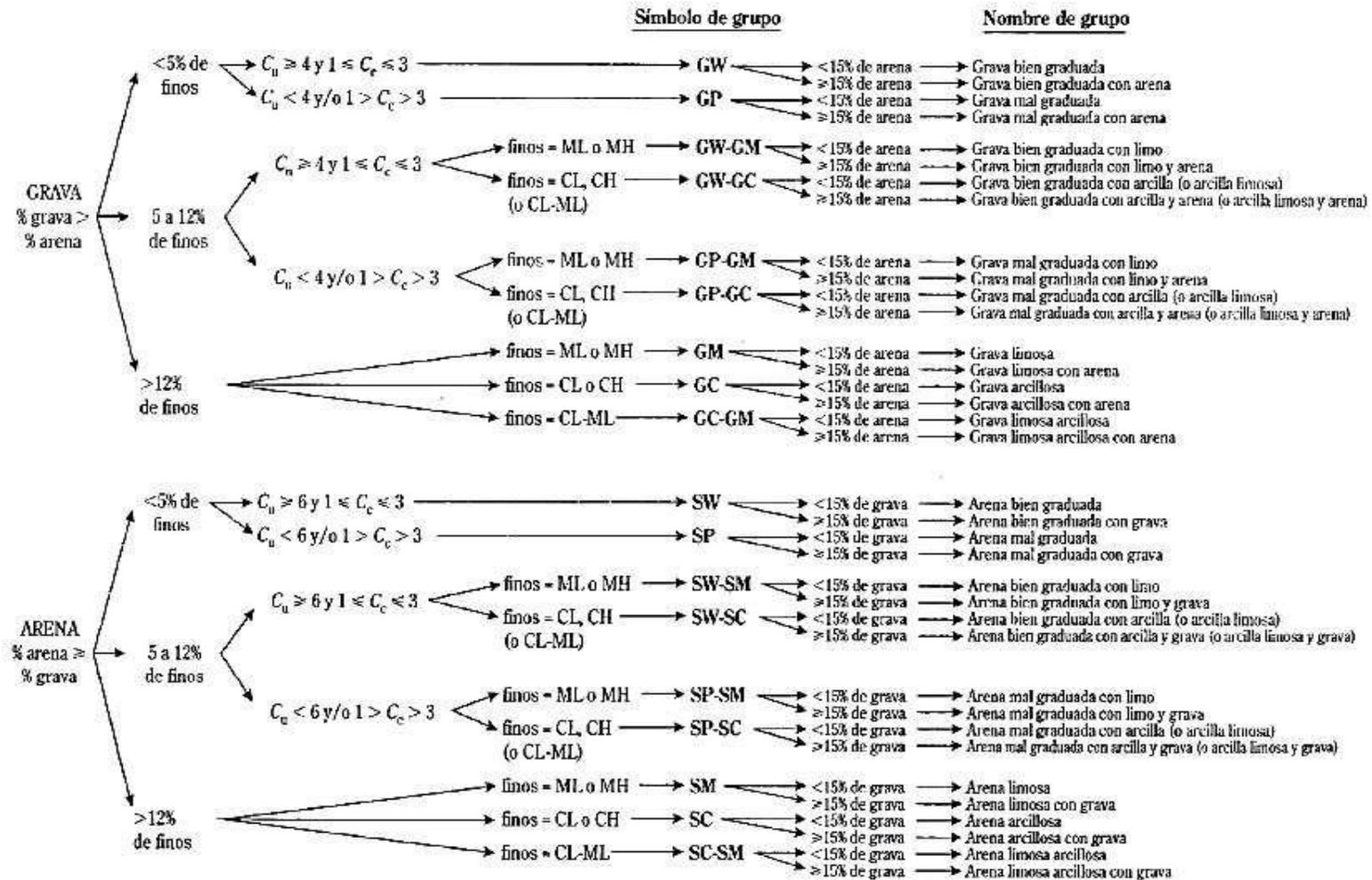


Tabla N° 3

Diagrama De Flujo Para La Clasificación De Suelos De Partículas Finas (SUCS ASTM D 2487)

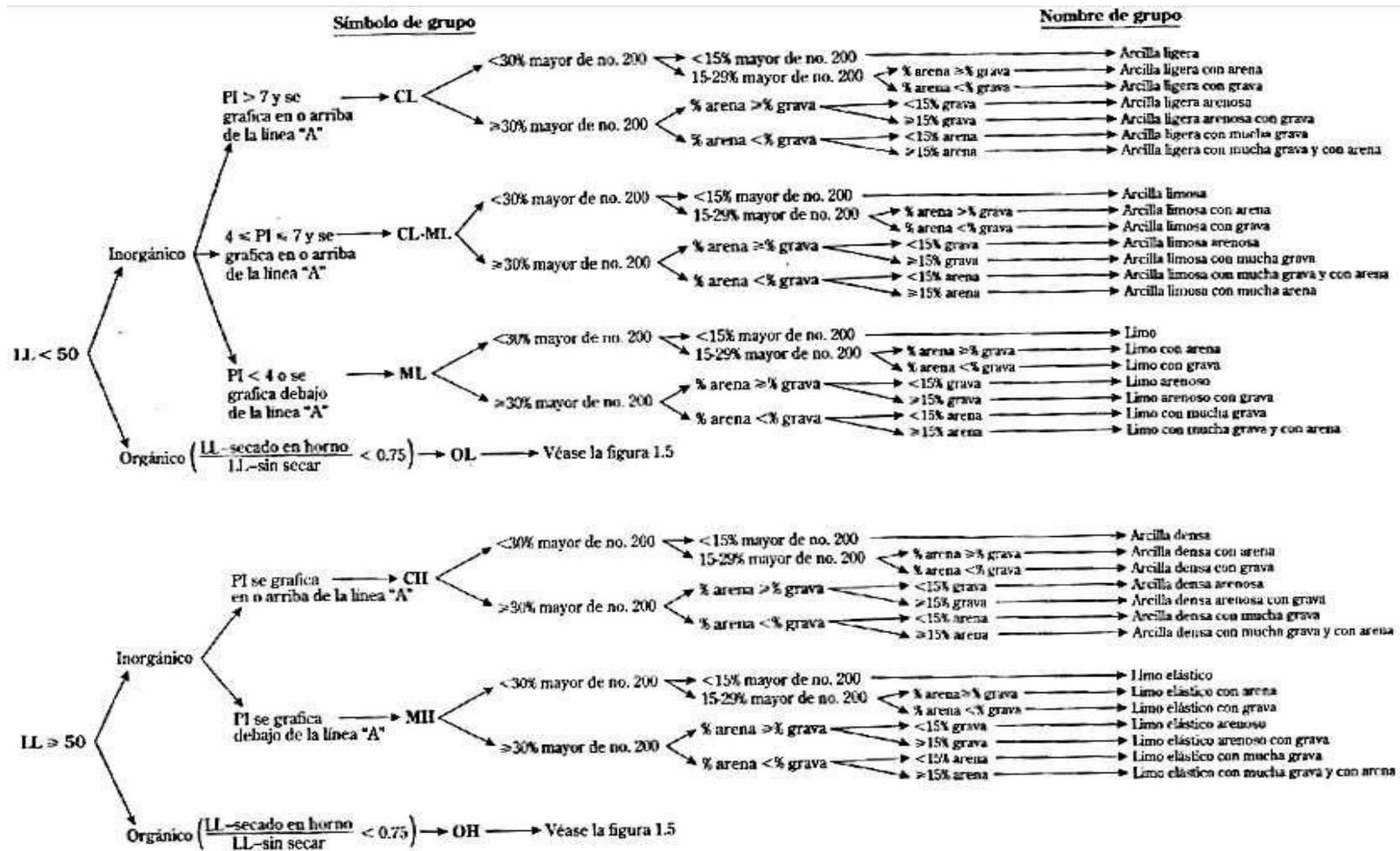
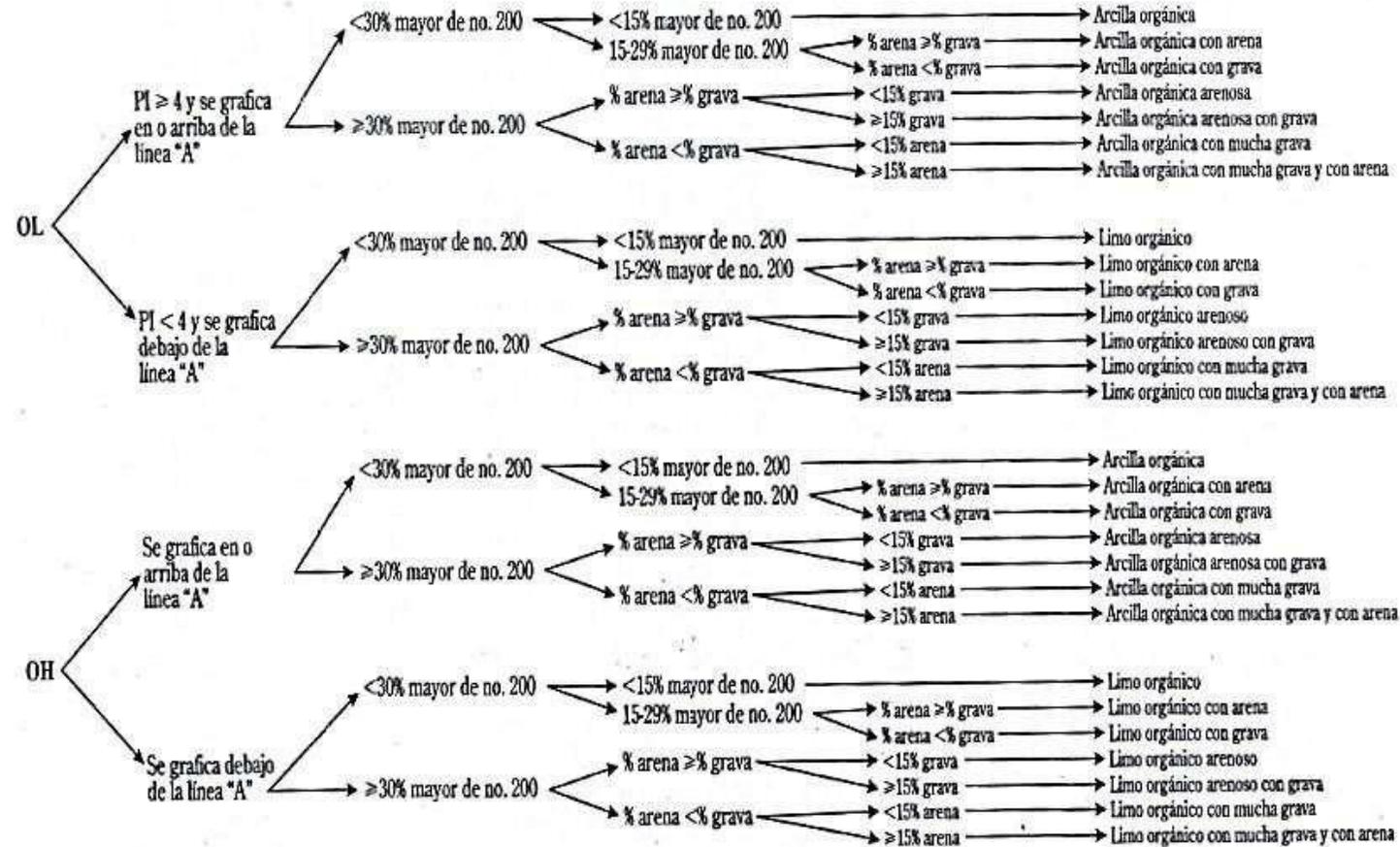


Tabla N° 4

Diagrama De Flujo Para La Clasificación De Suelos Orgánicos De Partículas Finas

Símbolo de grupo

Nombre de grupo



#### 4.2.2 TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de campo han sido dirigidos a la obtención de la información necesaria para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante un programa de exploración directa, habiéndose ejecutado la excavación del talud del canal, fondo del canal y obras de arte.

En esta fase se han tomado muestras disturbadas en cada calicata, con la finalidad de determinar las características del suelo, de acuerdo a las técnicas de muestreo (ASTM D 420). La profundidad alcanzada en las calicatas es de 1.50 m

#### 4.2.3. SAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han realizado con la finalidad de obtener los parámetros necesarios que determinan las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Para el efecto se han ejecutado los siguientes ensayos, bajo las Normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M.):

##### ENSAYOS STANDARD

A. Análisis granulométrico .....	ASTM – D 422
B. Limite Líquido .....	ASTM – D 423
C. Limite Plástico .....	ASTM – D 424
D. Contenido de Humedad.....	ASTM – D 2216
E. Sales Solubles Totales .....	ASTM – D1889
F. CORTE DIRECTO CADA 3KM O MAS opcional	

#### 4.2.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS A DETERMINARSE:

##### A. ANALISIS GRANULOMÉTRICO: ASTM – D422

Es el ensayo más antiguo para la identificación de suelos bajo el punto de vista mecánico, en él se determina el porcentaje de las partículas de los distintos tamaños que el suelo contiene.

Es un proceso que se utiliza para conseguir la separación de un suelo en diferentes fracciones, según sus tamaños de las partículas que lo constituyen.

El tamaño de las partículas nos determina el tipo de suelo con que estamos tratando, si es suelo grueso o fino. El método más directo para separar un suelo en fracciones de distinto tamaño es a través de un juego de tamices.

Actualmente se puede ampliar notablemente la curva en los tamaños finos, gracias a la aplicación de técnicas de análisis de suspensiones. Existen dos métodos que son los más empleados:

- Para suelos gruesos, el análisis mecánico por tamizado y
- Para suelos finos, el método del hidrómetro.

Los resultados se muestran en los formatos correspondientes (Informe de Suelos)

#### **B. LÍMITE LÍQUIDO: ASTM – D423**

Se define por la humedad que tiene el suelo amasado cuando 25 golpes ligeros contra una placa de goma dura de una vasija especial, se cierra el surco de sección trapecial que se había abierto en la masa húmeda de suelo colocado en dicha vasija (Copa de Casagrande).

La copa es de forma esférica de 54 mm. De radio interior, espesor 2mm. y pesa 200 gr. incluyendo el tacón. Posee un ranurador laminar.

Los resultados se muestran en los formatos correspondientes.

#### **C. LÍMITE PLÁSTICO: ASTM – D424**

Definida en términos de una manipulación en laboratorio de un fragmento de suelo, rolando hasta convertirlo en un cilindro de espesor aproximado 3 mm, el agrietamiento y desmoronamiento del rollito, en un cierto momento, indica que se ha alcanzado el límite plástico y el contenido de agua correspondiente a ese instante magnifica el límite plástico del suelo.

Los resultados se muestran en los formatos correspondientes (Informe de Suelos).

#### **D. CONTENIDO DE HUMEDAD: ASTM – D2216**

La humedad o contenido de agua de la muestra de suelo, es la relación del peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada en estufa, expresada en porcentaje. El método empleado para realizar este ensayo es el de la estufa.

Es la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida

Los resultados se muestran en los formatos correspondientes (Informe de Suelos)

## **E. SALES SOLUBLES TOTALES: ASTM – D1889**

La presencia de sales solubles, cloruros y sulfatos, cuando se encuentran en concentraciones en los suelos, en los que van a descansar las estructuras de concreto, estos se ven atacados por estos agentes que penetran por la porosidad del concreto, haciéndolo susceptible de colapsar por inmersión al disolverse las ligas químicas por la vía húmeda con la que ha penetrado haciendo frágil y expansiva, envejeciéndola prematuramente.

En la zona estudiada de cada calicata (Talud y Fondo del canal) se han tomado muestras para su análisis de descarte de porcentaje de sales de acuerdo a las Normas NTP 339 088 y comparadas con los valores especificados en el cuadro del ACI – 318.

### **4.2.3.2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO**

Con la información recabada en el campo se confeccionaron los registros de exploración donde se describen los diferentes suelos encontrados. El perfil estratigráfico aparece en el Informe de Mecánica de suelos.

## **4.3. DISEÑO DEL CANAL**

Para el diseño se deben tener en cuenta los planos en planta y perfil longitudinal, los que permiten diseñar las pendientes necesarias y los planos de secciones transversales para efectuar el movimiento de tierras.

El diseño de un canal es un proceso iterativo, que se debe tener en cuenta ciertos factores, tales como: tipo de material del cuerpo del canal, coeficiente de rugosidad, velocidad máxima y mínima permitida, pendiente del canal, taludes, etc.

### **4.3.1. CRITERIOS DE DISEÑO HIDRAULICO DE UN CANAL**

El objetivo del diseño hidráulico del canal, es determinar las características geométricas del mismo, en base a criterios técnicos y económicos que permitan un buen funcionamiento y operatividad.

El diseño hidráulico de un canal se planteó considerando que:

- El flujo es uniforme y permanente; y
- El estado del flujo es turbulento y Sub crítico.

El flujo es uniforme y permanente, es uniforme si los parámetros (tirante, velocidad, área, etc.), no cambia con respecto al espacio, es decir, en cualquier sección del canal los elementos del flujo permanecen constantes; es permanente si los

parámetros (tirante, velocidad, área, etc.), no cambian con respecto al tiempo, es decir, en una sección del canal en todos los tiempos los elementos del flujo permanecen constantes. Esta condición, es la que se tiene en cuenta para la aplicación de la fórmula de Manning en el diseño de canales

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

Dónde:

Q = Caudal, en m<sup>3</sup>/s

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

R = Radio hidráulico, en m.

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad

El comportamiento de flujo en un canal está gobernado principalmente por efectos de las fuerzas viscosas y de gravedad en relación con las fuerzas de inercia internas del flujo.

En relación con el efecto de la viscosidad, el flujo puede ser laminar, de transición o turbulento. En forma semejante al flujo en conductos forzados, la importancia de la fuerza viscosa se mide a través del Número de Reynolds (R<sub>e</sub>), que relaciona fuerza de inercia de la velocidad con la fuerza viscosas, definidas en este caso como:

$$R_e = \frac{v \cdot R}{\mu}$$

Dónde:

R = radio hidráulico de la sección transversal, en m.

v = velocidad media, en m / s.

μ = viscosidad cinemática del agua, en m<sup>2</sup>/s.

Para propósitos prácticos, en el caso de un canal, se tiene:

- Flujo laminar para R<sub>e</sub> < 580, en este estado las fuerzas viscosas son relativamente más grandes que las fuerzas de inercia.
- Flujo de transición para 580 ≤ R<sub>e</sub> ≤ 750, estado mixto entre laminar y turbulento.
- Flujo turbulento para R<sub>e</sub> > 750, en este estado las fuerzas viscosas son débiles comparadas con las fuerzas de inercia.

En relación con el efecto de la gravedad, el flujo puede ser crítico, Subcrítico y supercrítico; la importancia de la fuerza de gravedad se mide a través del Número

de Froude (F), que relaciona fuerzas de inercia de velocidad, con fuerzas gravitatorias, definidas en este caso como:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gY}}$$

Dónde:

$v$  = velocidad media de la sección, en m/s

$g$  = aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>

$Y$  = profundidad media o tirante medio  $y = A / T$ , en metros

Entonces, por el número de Froude, puede ser:

- $F < 1$  Flujo es Subcrítico
- $F = 1$  Flujo es Crítico
- $F > 1$  Flujo es Supercrítico

Para el Canal San Pedro se han tomado en cuenta los siguientes parámetros:

#### a) Caudal de Diseño

Es un dato de partida que permite calcular la capacidad de un canal; este caudal se calcula a partir del módulo de riego, el área servida por el proyecto y el caudal que resulta de las pérdidas durante la conducción.

#### b) Pendiente

La pendiente o desnivel depende del tipo de suelo, puede ser mayor en suelos gravosos que en suelos arenosos. La pendiente se expresa como una diferencia de altura por cada 1.000 metros de longitud. Por ejemplo una pendiente de 1/1000 (uno por mil) significa que el fondo del canal baja 1 metro en 1000 metros de recorrido. Generalmente la pendiente en canales se considera entre 0.1% a 0.5%.

Excesiva pendiente, aumenta la velocidad del agua y erosiona el fondo del canal.

Poca pendiente, disminuye la velocidad del agua y se acumulan piedras y tierra en el fondo.

Si el terreno tiene mucha pendiente, se debe construir caídas verticales o inclinadas, gradas con sus respectivas pozas de disipación. Así se disminuye la velocidad del agua y no erosiona el canal.

**c) Velocidad Mínima de Sedimentación**

La velocidad del flujo no debe descender de cierto límite inferior equivalente a la velocidad de deposición del material en suspensión que acarrea el agua en el canal.

**d) Velocidad Máxima de Erosión**

Un flujo de agua excesivamente rápido erosionará las paredes del canal dañando los revestimientos o modificando el contorno de los cauces naturales.

**TABLA Nº 05: Velocidad Máxima recomendadas en función de las características de los suelos**

Características de los Suelos	Velocidad Máxima (m/s)
Canales en tierra franca	0.60
Canales en tierra arcillosa	0.90
Canales revestidos con piedra y mezcla simple	1.00
Canales con mampostería de piedra y concreto	2.00
Canales revestidos con concreto	3.00
Canales en roca:	
Pizarra	1.25
Areniscas consolidadas	1.50
Rocas duras, granitos, etc.	3.00 a 5.00

FUENTE: Hidráulica de canales, Máximo Villon B. (1995)

**e) Coeficiente de Rugosidad ( n ) :**

El valor de coeficiente de rugosidad varía de acuerdo al material de los taludes y la solera del canal, forma y tamaño de la sección transversal. Tal es así que el flujo del agua que presentan los revestimientos de concreto están comprendidos entre 1.13 y 0.015, por lo tanto asumimos  $n = 0.014$  valor comúnmente usado en los diseños.

**TABLA Nº 06: Valores del Coeficiente de Rugosidad “n” en la fórmula de Manning**

<b>CANALES ABIERTOS SIN REVESTIR</b>	<b>n</b>
- Canal excavado en arcilla con depósitos de arena limpia	0.025
- Canal recto excavado en arena fina y compacta	0.025
- Canal excavado en depósitos aluviales	0.029
- Canal excavado en roca usando explosivos	0.040
- Canal con una ladera en talud revestido de concreto y la otra ladera sin revestir.	0.026
- Canales en tierra en buenas condiciones	0.017
- Canales naturales de tierra, libre de vegetación	0.020
- Canales naturales con alguna vegetación y piedras en el fondo	0.025
- Canales naturales con abundante vegetación	0.030
- Arroyos de montañas con muchas piedras	0.040
<b>CANALES ABIERTOS REVESTIDOS</b>	
- Revestidos de arcilla (en canales con capacidad hasta 35 m <sup>3</sup> /s) (Canales con capacidad mayores)	0.025 0.020 – 0.022
- Revestimiento plástico, cobre, superficies muy lisas	0.010
- Revestidos de concreto: con acabados muy buenos	0.011 – 0.012
Con radios hidráulicos 3m	0.014
Con radios hidráulicos hasta 6m	0.016
Concreto lanzado con neumático	0.027
- Losas de concreto con juntas suaves y superficie lisa, Madera suave, metal	0.012 – 0.013
- Concreto con cemento PORTLAND	0.014 – 0.017
- Mampostería (De piedra)	0.025 (0.018)
- Asfalto con superficie lisa	0.013
- Asfalto con superficie rugosa	0.016
- Concreto asfáltico	0.014
<b>COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EN TUNELES</b>	
-	
- Roca con superficie muy rugosa	0.040 – 0.060
- Roca con superficie bien definida	0.025 – 0.035
- Roca protegida con concreto lanzado neumáticamente	0.020 – 0.030

FUENTE: Separata del Curso Irrigaciones I – FICSA – UNPRG

#### **f) Taludes (Z)**

Los taludes se definen como la relación de la proyección horizontal a la vertical de la inclinación de las paredes laterales.

La inclinación de las paredes de los canales depende de la geología de los materiales de excavación y relleno por los que atraviesen y para esta alternativa el valor a usar es de 1:0.75 para concreto.

**TABLA Nº 07: Taludes recomendados en función del material Talud Z: 1  
(Horizontal: Vertical)**

Características de los suelos	Canales poco profundos	Canales profundo
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25 : 1
Arcillas compactadas o conglomerados	0.5 : 1	1 : 1
Limos arcillosos	1 : 1	1.5 : 1
Limoso – arenosos	1.5 : 1	2 : 1
Arenas sueltas	2 : 1	3 : 1
Concreto	1 : 1	1.5 : 1

FUENTE: Hidráulica de canales, Máximo Villon B. (1995)

**g) Tirante (y)**

Uno de los elementos más importantes en el diseño de los canales es el tirante o altura de agua del canal. Para determinar la sección óptima es necesario efectuar un análisis del costo del canal para diferentes tirantes, tomando como base la sección de máxima eficiencia hidráulica.

Molesword recomienda para canales con caudales menores de 5 m<sup>3</sup>/s un tirante de:

—

$$Y = \text{Tirante hidráulica (m)}. \quad Y = \sqrt{A}/1.732$$

$$A = \text{Área de la sección transversal (m}^2\text{)}.$$

Una regla empírica generalmente usada en los Estados Unidos, establece el valor máximo de la profundidad de los canales de tierra según la siguiente relación:

$$\bar{1} \text{ —}$$

y en la India:

$$Y = \frac{\sqrt{A}}{2}$$

$$Y = \sqrt{A}/3$$

También pueden usarse las relaciones:

a. Sección de máxima eficiencia hidráulica

$$\frac{2}{3} \sqrt{A}$$

$$Y = \frac{2}{3} \sqrt{A}$$

b. Sección de mínima infiltración

$$Y = \frac{Q}{\dots}$$

h) **Radios de Curvatura Mínimos**

2

Cuando se proyecta canales, el cambio brusco de dirección se sustituye por una curva cuyo radio no debe ser muy grande y debe escogerse un radio mínimo, porque al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significa ningún ahorro de energía, es decir, la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costosa al darle una mayor longitud o mayor desarrollo.

Para el replanteo de las curvas horizontales el radio de curvatura mínimo será:

$$R_c = 10Y \text{ a } 15Y$$

$$R_c = 3B \text{ a } 5B$$

Dónde:

Y = Tirante en m.

B = Ancho de espejo de agua

R<sub>c</sub> = Radio de curvatura

i) **Bordes Libres (BL)**

No existe ninguna regla fija que se pueda aceptar universalmente para el cálculo del borde libre, debido a que la fluctuación de la superficie del agua en un canal, se puede originar por causas incontrolables.

Para evitar el desbordamiento del agua en crecidas repentinas de ésta, es que para el diseño de canales se especifica una altura superior al tirante de agua a conducir este margen se llama borde libre que sirve como factor de seguridad en desbordes y permite la acumulación razonable de sedimentos.

En la siguiente tabla se muestra una de las diferentes formas de calcular el borde libre de un canal.

**TABLA N° 08: Borde Libre en Función del Caudal**

GASTO m <sup>3</sup> /seg	REVESTIDO (cm)	SIN REVESTIR (cm)
≤ 0.05	7.50	10.00
0.05 – 0.25	10.00	20.00
0.25 – 0.50	20.00	40.00
0.50 – 1.00	25.00	50.00
≥ 1.00	30.00	60.00

FUENTE: Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Arte (Abril 1987) – Ing. Elmer García Rico

**j) Ancho de Solera (b)**

Resulta muy útil para cálculos posteriores, fijar de antemano un valor para el ancho de solera, plantilla o base, con lo cual se pueden manejar con facilidad las fórmulas para calcular el tirante.

**TABLA Nº 09: Ancho de Solera en función del caudal**

Caudal Q m <sup>3</sup> /s	Solera b m
Menor de 0.100	0.30
Entre 0.100 y 0.200	0.50
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor de 0.400	1.00

FUENTE: Hidráulica de canales, Máximo Villon B. (1995)

**k) Área Hidráulica (A)**

Una vez calculado el ancho de solera, talud y el tirante, se obtiene usando la ecuación de continuidad y las relaciones geométricas

$$A = Q / V$$

$$A = (b + zy) / y$$

**l) Profundidad Total (H)**

La profundidad total del canal se encuentra una vez conocido el tirante de agua y el borde libre, es decir:

$$H = y + B. L.$$

**m) Ancho de Corona (c)**

En ancho de corona de los bordes de los canales en su parte superior dependen esencialmente del servicio que estos habrán de prestar. En canales grandes se hacen suficientemente anchos, 6.50m como mínimo, para permitir el tránsito de vehículos y equipos de conservación a fin de facilitar los trabajos de inspección y distribución del agua.

En canales más pequeños el ancho superior de la corona puede diseñarse aproximadamente igual al tirante del canal. En función del caudal se puede considerar un ancho de corona de 0.60m para caudales menores de 0.50 m<sup>3</sup>/s y 1.00m para caudales mayores.

**n) Espesor del revestimiento (e)**

No existe una regla general que fije el espesor de los revestimientos de hormigón, sin embargo para la zona del Departamento de Lambayeque, se pueden usar un espesor de 5 a 7.5 para canales pequeños y medianos y de 7.5 a 10 cms. para canales medianos y grandes siempre que los canales sean sin armadura.

**o) Juntas**

✓ **Juntas de contracción transversales:**

Se instalan para prevenir el agrietamiento transversal debido a la disminución de volumen del concreto por cambios de temperatura y pérdida de humedad al curarse, la separación entre ellas no debe exceder los 5.00m

✓ **Juntas de contracción longitudinales:**

Sirven para prevenir el agrietamiento longitudinalmente en canales, cuyo perímetro de revestimiento es igual o mayor a 9.00m y se espacian entre sí de 2.50 a 4.50m

✓ **Juntas de dilatación o expansión:**

Se instalan cuando el canal entra en contacto con estructuras fijas.

**TABLA Nº 10: Separación entre juntas según el espesor del revestimiento**

ESPESOR (cm)	SEPARACIÓN ENTRE JUNTAS (M)
5.00 a 7.50	3.00
7.50 a 10.00	3.50 a 4.00

FUENTE: Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Arte (Abril 1987) – Ing. Elmer García

Ric  
o

**4.3.2. OBRAS DE ARTE**

Son estructuras hidráulicas que se requieren en puntos determinados del recorrido de un canal y cuyo diseño está influenciado por factores topográficos e hidrológicos. Dentro del nuevo lineamiento de la infraestructura de riego se han considerado las siguientes obras de arte:

- Transición de empalme y de salida.
- Alcantarillas.
- Pasarela.
- Toma Lateral.

De esta manera los cálculos hidráulicos permitirán ante todo definir el dimensionamiento de las obras, así mismo se considerarán criterios prácticos, producto de la experiencia en las obras de irrigación

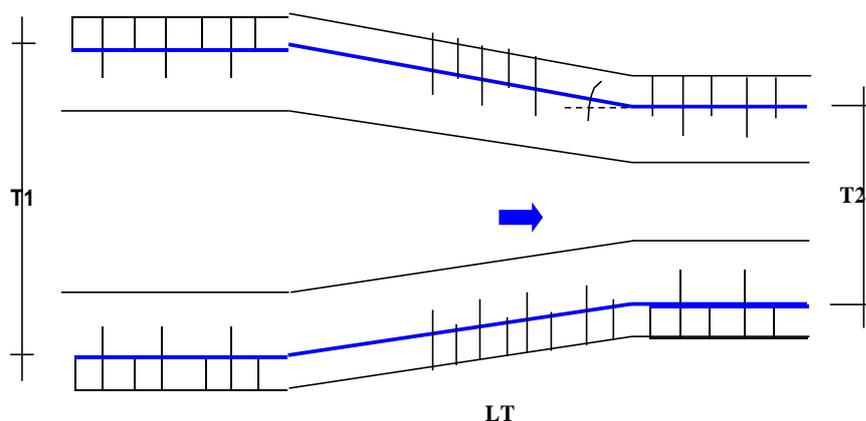
### A. Transiciones.

Estas estructuras se construyen muy frecuentemente al comienzo y al final de ciertas obras, tales como partidores, caídas, tomas, etc.

El objetivo de estas obras, es reducir las pérdidas de carga, debidas al cambio de la sección del canal o de la pendiente del mismo. Las pérdidas de carga en las transiciones, dependen del ángulo que forman los aleros de la transición con el eje del canal, el Bureau Of Reclamation, recomienda un ángulo de  $12^{\circ}30'$  en aquellas estructuras donde las pérdidas deben reducirse al mínimo y  $25^{\circ}$  se puede perder carga, tales como caídas, rápidas, sifones, etc.

Cuando se toma el ángulo  $12^{\circ}30'$ ; a veces resultan transiciones muy largas con el consecuente desmedro económico, por lo tanto se debe saber sopesar estas dificultades.

**GRÁFICO N° 01: Transición de Empalme**



De acuerdo a lo mostrado en el gráfico N° 03, para todos los casos tendremos como fórmula general:

$$LT = (T1 - T2) \times 0.5 / \text{tang. } 12.5^{\circ}$$

Dónde:

LT = Longitud de transición, en metros (m.)

T1 = Espejo de agua al ingreso, en metros (m.)

T2 = Espejo de agua en la salida, en metros (m.)

$\beta$  = Ángulo de inflexión que forma el espejo de agua, en grados ( $^{\circ}$ )

## B. CRITERIO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLA.

El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas a proyectarse, es lo establecido por la fórmula de Robert Manning\* para canales abiertos y tuberías, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación.

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

**Dónde:**

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

V: Velocidad media de flujo (m/s)

A: Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>)

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning (Ver Tabla).

**Tabla N° 11: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)**

<b>Material</b>	<b>Valor de</b>
Tubos de barro para drenaje.	0.014
Superficie de cemento pulido.	0.012
Tuberías de concreto.	0.015
Canales revestidos con concreto.	0.014
Superficie de mampostería con concreto.	0.020
Acueductos semicirculares, metálicos, lisos.	0.012
Acueductos semicirculares, metálicos corrugados.	0.025
Canales en tierra, alineados y uniformes.	0.025
Canales en roca, lisos y uniformes.	0.033
Canales en roca, con salientes y sinuosos.	0.040
Canales dragados en tierra.	0.0275
Canales con lecho pedregoso y bordos de tierra enyerbados.	0.035
Canales con plantilla de tierra y taludes ásperos.	0.033
Corrientes naturales limpias, bordos rectos, sin hendeduras ni charcos profundos.	0.030
Corrientes naturales igual a la anterior pero con algo de hierba y piedra.	0.035
Corrientes naturales igual a la anterior pero con menos profundidad, con secciones pedregosas.	0.055
Ríos con tramos lentos, cauce enhierbado o con charcos profundos.	0.070
Playas muy enhierbadas.	0.125

Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow, 1983

Se debe tener en cuenta la velocidad, parámetro que es necesario verificar de tal manera que se encuentre dentro de un rango, cuyos límites se describen a continuación.

**TABLA N° 12: Velocidades máximas admisibles (m/s) en conductos revestidos**

<b>TIPO DE REVESTIMIENTO</b>	<b>VELOCIDAD (M/S)</b>
Concreto	3.0 – 6.0
Ladrillo con concreto	2.5 – 3.5
Mampostería de piedra y concreto	2.0

Fuente: HCANALES, Máximo Villon B.

**TABLA N° 13: Velocidades máximas admisibles (m/s) en canales no revestidos.**

TIPO DE TERRENO	FLUJO INTERMITENTE (M/S)	FLUJO PERMANENTE (M/S)
Arena fina (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla arenosa (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla limosa (no coloidal)	0.90	0.90
Arcilla fina	1.00	1.00
Ceniza volcánica	1.20	1.00
Grava fina	1.50	1.20
Arcilla dura (coloidal)	1.80	1.40
<b>Material graduado (no coloidal)</b>		
Desde arcilla a grava	2.00	1.50
Desde limo a grava	2.10	1.70
Grava	2.30	1.80
Grava gruesa	2.40	2.00
Desde grava a piedras (< 15 cm)	2.70	2.10
Desde grava a piedras (> 20 cm)	3.00	2.40

Fuente: Manual de Carreteras de California

### 1. Borde libre

El borde libre en alcantarillas es un parámetro muy importante a tomar en cuenta durante su diseño hidráulico, por ello, las alcantarillas no deben ser diseñadas para trabajar a sección llena, ya que esto incrementa su riesgo de obstrucción, afectando su capacidad hidráulica.

Se recomienda que el diseño hidráulico considere como mínimo el 25% de la altura, diámetro o flecha de la estructura.

### C. CRITERIOS DEL DISEÑO HIDRAULICO DE TRANSICIONES:

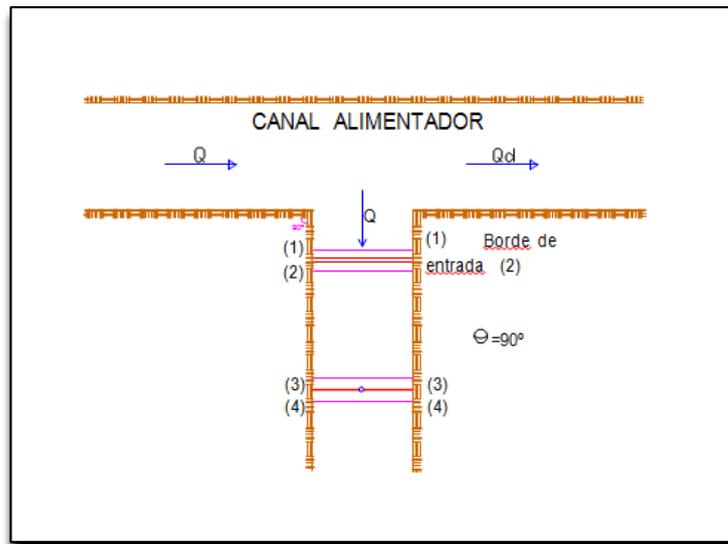
Las tomas generales se diseñaran de acuerdo a las condiciones topográficas que presente la rasante del canal alimentador y el canal derivado, también se hará el estudio de las pérdidas de carga ya que el conocimiento de ellas nos permite calcular los niveles de energía, muy importante para el “Dimensionamiento de las Estructuras Hidráulicas”.

Las pérdidas de carga se expresan en:

$$h = \frac{kQ^2}{2A^3}$$

Donde k es el coeficiente de pérdida cuya dificultad es escogerle un valor, nosotros escogeremos el más apropiado de los que estudiosos recomiendan, cabe destacar que los valores de "k" son obtenidos experimentalmente y llevados a la práctica en fenómenos similares.

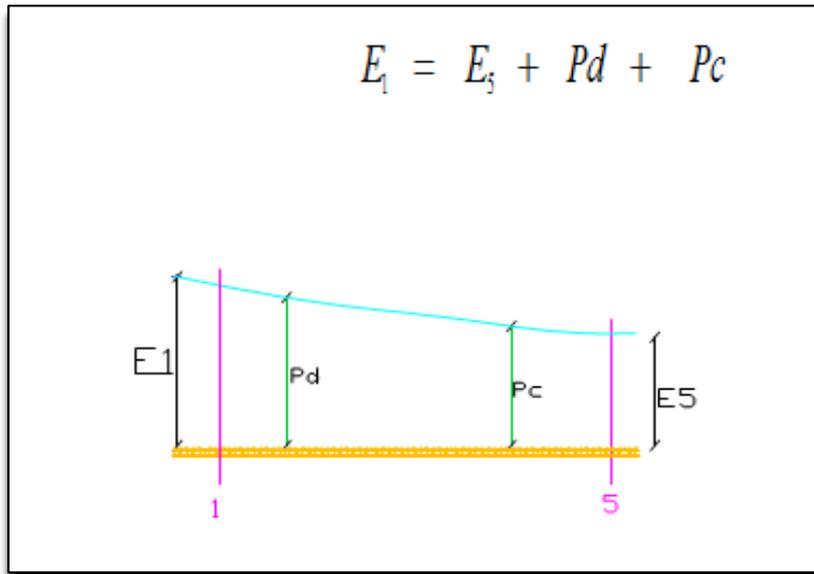
➤ **PERDIDAS DE CARGA EN TOMA:**



Pérdidas que comúnmente se originan en tomas:

- A) ENTRE SECCIONES 1.1 Y 2.2 (Pd) Perdidas por derivación en bordes de entrada.
- B) ENTRE SECCIONES 2.2 Y 3.3 (Pr) Perdidas por rejillas.
- C) ENTRE SECCIONES 3.3 Y 4.4 (Pp) Perdidas por machón o pilar.
- D) ENTRE SECCIONES 4.4 Y 5.5 (Pc) Perdidas por compuertas.

Generalmente para nuestros diseños consideramos las pérdidas en A) y D); pues las otras tienen mínima incidencia en el diseño, por lo que al hacer el balance de energía (Ecuación de Bernoulli) entre las secciones 1.1 y 5.5 tendremos:



➤ **PERDIDAS POR DERIVACION.**

Según Ven Te Chow, este fenómeno es complicado por las diferentes variables que en él interviene, a continuación se presenta algunos valores del coeficiente ( $K_d$ ), para ángulo de derivación  $90^\circ$ .

**TABLA N°14: COEFICIENTES PARA DETERMINAR PERDIDAS POR DERIVACION**

$\theta=90^\circ$

$Q \square Q_0$	0.65 a	0.75 a	0.80 a	0.85 a	0.95 a
$Q$	0.75	0.80	0.85	0.95	0.98
$K_d$	0.87	0.88	0.89	0.90	0.96

Dónde:

$$P_d = K_d \frac{v^2}{2g}$$

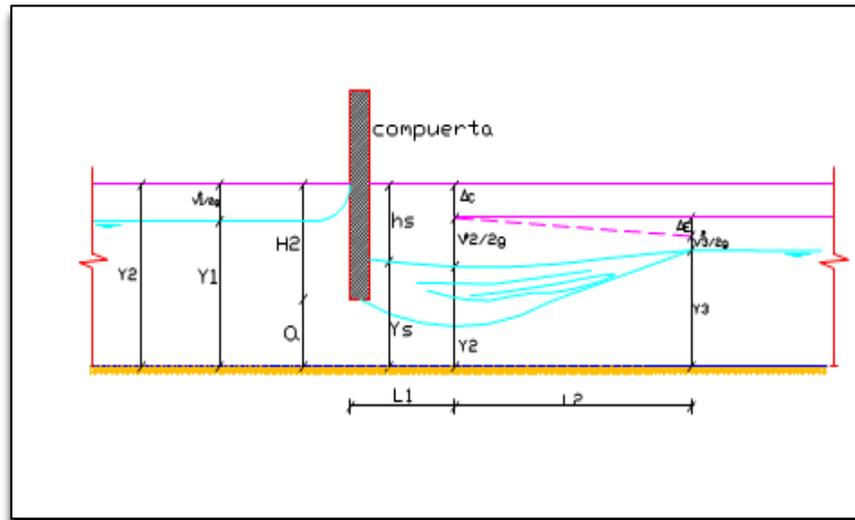
$K_d$  = Coeficiente de pérdida en la derivación

$v$  = Velocidad corresponde al canal alimentador

Las pérdidas por bordes de entrada no se tomarán en cuenta por no tener significancia.

➤ **PERDIDAS POR COMPUERTA ( $P_c$ ):**

Tomando en consideración los experimentos realizados al respecto se hace un análisis de dicha situación, donde se ha tratado de resumir el fenómeno, teniendo en cuenta las conclusiones respectivas.



$H_1$  = Energía total en las inmediaciones de la compuerta.

Cuando:  $\frac{Y_1}{a} < 1.4$ , se emplea fórmula de orificio con poca carga (no hay resalto)

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} b (H_1^{3/2} - H_2^{3/2}) \quad (I)$$

Cuando:  $\frac{Y_1}{a} > 1.4$ , se emplea fórmula de orificio sumergido

$$Q = C_c a b \sqrt{2gH_0} \quad (II)$$

En ambos casos se tiene:

$C_d$  = Coeficiente de descarga

$Y_1$  = Altura de agua antes de compuerta

$Y_s$  = Altura de inmersión

$h_s$  = Diferencia de niveles antes y después de la compuerta

$a$  = Altura de la abertura  $b$

= Ancho de la abertura

$C_c$  = Coeficiente de contracción

$l_1$  = Distancia de la compuerta a la que ocurre  $Y_2$

El coeficiente de contracción y de descarga depende de la relación  $\frac{a}{Y_1}$ , según

VEDERNICOV; para encontrar:

$C_d, Y_3, Y_2, \Delta_\varepsilon, \Delta_c, l_1$  se usan las relaciones siguientes:

$$C_d = \frac{C_c}{\sqrt{1 + C_c \frac{a}{Y_1}}}$$

$$Y_3 = -\frac{Y_2}{2} + \sqrt{\frac{2g^2}{gY_2} + \frac{Y_2^2}{4}}$$

$$\frac{Y_3}{Y_2} = \sqrt{1 + 2F_1} \left(1 + \frac{Y_3}{Y_2}\right)$$

$$Y_2 = a x C_c$$

$$\Delta_\varepsilon = \frac{(Y_3 - Y_2)^3}{Y_2 Y_3}$$

$$l_1 = \frac{a}{C_c}$$

$$l_2 = A(Y_3 - Y_2) \text{ Según Sien Chi}$$

Respecto al comportamiento Hidráulico del salto después de la compuerta, se presentan tres alternativas:

- 1.- Cuando el tirante del canal aguas abajo de  $Y_3$  Es mayor a  $Y_3$  en este caso el salto se Correrá hacia aguas arriba chocando con la compuerta y ahogando el orificio, se dice que la descarga es sumergida.
- 2.- Cuando el tirante del canal aguas abajo de  $Y_3$  es igual a  $Y_3$ , en este caso el salto Ocurrirá inmediatamente de  $Y_2$ , este es el caso ideal para evitar la erosión, la descarga es libre.

3.- Cuando el tirante del canal aguas abajo de  $Y_3$  es menor a  $Y_3$ , en este caso el salto es repellido desde el lecho y correra hacia aguas abajo causando fuerte erosión, este tipo de salto deberá evitarse en el diseño, la descarga es libre.

Cuando la descarga es libre a la salida de la compuerta, la ecuación II toma la siguiente forma:

$$Q = C_d ab \sqrt{2gH_0} = C_d ab \sqrt{2g(H_1 - Y_2)}$$

$$Q = C_d ab \sqrt{2g \left( \frac{v^2}{2g} + \Delta c \right)} \dots\dots\dots \text{III}$$

Cuando la descarga es sumergida o ahogada, la misma ecuación II se transforma en:

$$Q = C_d ab \sqrt{2gH_0} = C_d ab \sqrt{2g(H_1 - Y_3)} \dots\dots\dots \text{IV}$$

Por otro lado se tiene para descarga libre (Ecuación II).

$$Q = C_d ab \sqrt{2gH_0}$$

$$\frac{Q}{ab} = C_d \sqrt{2gH_0}$$

$$\frac{Q}{A} = v$$



Dónde:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{ab} = \frac{C_d ab \sqrt{2gH_0}}{ab}$$

$A = ab$  (Abertura de compuerta)

$a =$  altura de abertura

$b =$  ancho de abertura

$A =$  área

$$v_1 = C_d \sqrt{2gH_0}$$

$$v = \frac{1}{C_d^2} \times \frac{v_1^2}{2g} \qquad H_0 = H_1 - Y_2$$

Como en este caso  $H_0$  es la suma de la carga de velocidad 2, más las pérdidas  $\frac{v_2^2}{2g}$

tendremos: (ver III).

$$H_0 = \frac{v_2^2}{2g} + \Delta c = \frac{1}{C_d^2} \times \frac{v_1^2}{2g} ; \Delta c = \text{Pérdida de carga por compuerta.}$$

Luego: la perdida de carga por compuerta  $P_c$  será  $\Delta c$

$$\Delta c = \left( \frac{1}{C_d^2} - 1 \right) \times \frac{v_1^2}{2g}$$

# **CAPITULO V**

## CAPÍTULO V

### 5.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se realizó el trazo de un poligonal abierta y el estacado del eje del canal cada 20 metros alineados entre cada PI, luego se efectuó la nivelación y el levantamiento de secciones en un ancho que va hasta los 10 metros en cada margen del canal.

En el campo, las estaciones utilizadas quedaron monumentados en concreto y con estacas de madera a lo largo del canal, fáciles de visualizar.

#### 5.2.1. TRAZO DEFINITIVO

Para determinar la ruta del canal y realizar su trazo definitivo respectivo, se elaboró planos de topografía en planta a escala 1:1500 con equidistancia de curvas de nivel de 0.50 metros; Este trabajo fue complementado con el reconocimiento de campo en toda la zona.

Con esta Información procesada se efectuó el diseño de la rasante y de la sección del canal a ser revestido a lo largo de 12226.52 km.

En el cuadro Nº 07 se muestran la ubicación de los BMs y la descripción en donde se dejaron pintados.

CUADRO Nº 07: UBICACIÓN DE BMs					
ITEM	KM	COTA	DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE
1	0+000	28.353	BM – 01 / Borde de canal existente	9223286.51 9	647476.63 3

FUENTE: Elaborado por los responsables

#### 5.2.2. PERFIL LONGITUDINAL

Definido el trazo del canal se procedió a diseñar el perfil longitudinal con las cotas naturales del terreno, empleando las siguientes escalas: H = 1:2000 y V = 1:200

Para del diseño de la rasante del canal se tomó en cuenta que ya habían estructuras de concreto al inicio del canal, por lo que se optó tomar la unión de esos dos puntos.

#### 5.2.3. SECCIONES TRANSVERSALES

Se tomaron cada 20 m y una vez obtenidos los datos se procedió a diseñar cada una para obtener los valores de corte y relleno, según la caja diseñada a lo largo

del eje del canal. Obteniéndose solamente un volumen de corte de 15,497.34 m<sup>3</sup>. Ver planilla de movimiento de tierra y los planos de secciones transversales.

### 5.3. MECÁNICA DE SUELOS Y DE CANTERAS

#### 5.3.1. MECANICA DE SUELOS

##### 5.3.1.1. TRABAJOS DE CAMPO

Debido a que no existe un reglamento o norma donde se cite cual es el procedimiento a seguir de exploración de suelos en canales, después de revisar tesis similares y opiniones de diversos ingenieros especialistas y ejecutores de obras similares hemos llegado a la conclusión de realizar una calicata cada medio kilómetro, en las intersecciones de los canales y en las obras de arte que lo requieran, la profundidad de exploración recomendada es de 1.50mts.

- **Problemas especiales en la cimentación**

La zona de estudio es agrícola, según la norma técnica E 050 en su capítulo 6 hacen referencia a los problemas que puede presentar la cimentación

- **Suelos colapsables:** En la inspección previa en campo no se observó hundimientos y por agricultores de la zona a quienes consultamos no fue preciso hacer un análisis de este problema.
- **Suelos expansivos:** Un suelo es expansivo cuando al humedecerse cambia drásticamente su volumen, en especial los suelos cohesivos, los suelos cuyo límite líquido es  $\geq 50$  entonces debemos tener cuidado, en nuestro estudio ningún LL pasó esta brecha.
- **Suelos licuables:** para suelos finos cohesivos existen 3 requisitos indispensables para detectar a un suelo licuable según norma técnica E 050.
  - Porcentaje de partículas más finas que 0.005m  $\leq 15\%$
  - Límite líquido (LL)  $\leq 35$
  - Contenido de humedad (W)  $> 0.9$  LL

Sin embargo no licuan si se cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

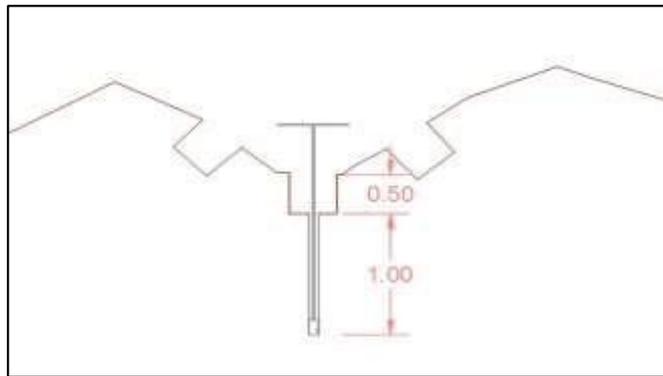
- Si el contenido de arcilla (partículas más finas que 0.005m) es mayor que 20%, considerar que el suelo no es licuable, a menos que sea extremadamente sensitiva.

- Si el contenido de humedad de cualquier suelo arcilloso (arcilla, arena arcillosa, limo arcilloso, arcilla arenosa, etc.) es menor que  $0.9 W_L$  considerar que el suelo no es licuable.

Como en nuestro análisis no se cumplen todas las condiciones que se piden podemos afirmar que nuestro suelo de fundación no es licuable.

- **Método de exploración**

La forma de exploración se realizó con posteadora de la siguiente forma; se realizó una excavación a cielo abierto de 50x50x50 cm<sup>3</sup> y luego con ayuda de posteadora se siguió excavando y extrayendo muestras hasta una profundidad de 1.5 m, también a las paredes del canal existente se le hizo una excavación de 50 cm de profundidad para corroborar que el talud sea terreno natural y no relleno.



Las muestras extraídas de las calicatas son muestras alteradas en estructura mas no en humedad que se pusieron en bolsas y sacos para luego preceder a ensayarse teniendo en cuenta la norma MTC E (manual de ensayo de materiales (E M 2000)) y ASMT.

## Cuadro de calicatas de exploración.

COMISION DE REGANTES DE UCUPE	Canal	Calicata	Progresiva (Km)	Muestra	Profundidad (m)
	CANAL SAN MANUEL	C-1	0+020	M1 -- M2	0.10 - 2.00
		C-2	0+570	M1 -- M2	0.10 - 2.00
	CANAL GALPÓN	C-3	0+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-4	1+000	M1-M2-M3	0.10 - 1.50
		C-5	1+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-6	2+200	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-7	2+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-8	3+000	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-9	3+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
	CANAL GALPÓN R 1	C-10	0+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-11	1+000	M-1	0.10 - 1.50
		C-12	1+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
	CANAL SAN MANUEL	C-13	1+120	M1-M2-M3	0.10 - 1.50
		C-14	1+700	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-15	2+400	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-16	2+700	M-1	0.10 - 1.50
		C-17	3+120	M1 -- M2	0.10 - 2.50
	CANAL SAN MANUEL R 1	C-18	0+500	M1-M2-M3	0.10 - 1.50
		C-19	0+960	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-20	1+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-21	2+000	M1 -- M2	0.10 - 1.50
		C-22	2+500	M1 -- M2	0.10 - 1.50
C-23		2+925	M1 -- M2	0.10 - 1.50	

### 5.2.1.2 FASE DE LABORATORIO

Teniendo por objeto determinar las características, propiedades y calidad del material, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio.

#### ➤ ENSAYOS ESTANDAR

- Contenido de humedad
- Análisis granulométrico por tamizado
- Límite líquido
- Límite plástico
- Contenido de sales

➤ ENSAYOS ESPECIALES

- Corte directo

**A. CONTENIDO DE HUMEDAD: MTC E 108**

El suelo está compuesto en tres fases; fase sólida (partículas), fase líquida (agua), fase gaseosa (aire), la humedad o contenido de agua de una muestra de suelo, es la relación porcentual entre la fase líquida y la sólida del suelo. El agua por capilaridad tiende a subir a la superficie es ahí donde podemos apreciar que el contenido de humedad aumente con la profundidad.

**Resultados del ensayo según MTC E 108**

El resultado del ensayo arroja que las muestras ensayadas son aptas y no afectará el exceso de agua, debido a que obtuvimos un regular porcentaje de humedad.

CANAL	KILÓMETRO	POZO O CALICATA	ESTRATO O MUESTRA	HUMEDAD (%)
SAN MANUE L	0+020	C-01	C1 - M1	30.40 %
			C1 - M2	21.10 %
	0+570	C-02	C2 - M1	24.29 %
			C2 - M2	19.77 %
GALPON	0+500	C-03	C3 - M1	6.92 %
			C3 - M2	21.69 %
	1+000	C-04	C4 - M1	26.19 %
			C4 - M2	32.47 %
			C4 - M3	26.92 %
	1+500	C-05	C5 - M1	21.58 %
			C5 - M2	27.72 %
	2+200	C-06	C6 - M1	17.08 %
			C6 - M2	10.67 %
	2+500	C-07	C7 - M1	29.49 %
			C7 - M2	38.80 %
	3+000	C-08	C8 - M1	24.61 %
C8 - M2			24.38 %	
3+500	C-09	C9 - M1	11.95 %	
		C9 - M2	22.53 %	
GALPON R.I	0+500	C-10	C10 - M1	23.68 %
			C10 - M2	24.91 %
	1+000	C-11	C11 - M1	29.49 %
			C12 - M1	19.49 %
1+500	C-12	C12 - M2	25.06 %	
		C13 - M1	21.75 %	
SAN MANUE L	1+120	C-13	C13 - M2	29.72 %
			C13 - M3	23.45 %
			C14 - M1	8.78 %
	1+700	C-14	C14 - M2	21.27 %
			C15 - M1	23.45 %
	2+400	C-15	C15 - M2	28.50 %
			C16 - M1	24.58 %
	2+700	C-16	C16 - M1	24.58 %

	3+120	C-17	C17 - M1	<b>22.60 %</b>
			C17 - M2	<b>27.41 %</b>
CANAL SAN MANUEL R.I	0+500	C-18	C18 - M1	<b>21.03 %</b>
			C18 - M2	<b>31.25 %</b>
			C18 - M3	<b>24.31 %</b>
	0+960	C-19	C19 - M1	<b>31.87 %</b>
			C19 - M2	<b>22.67 %</b>
	1+500	C-20	C20 - M1	<b>25.05 %</b>
			C20 - M2	<b>28.54 %</b>
	2+000	C-21	C21 - M1	<b>17.23 %</b>
			C21 - M2	<b>17.99 %</b>
	2+500	C-22	C22 - M1	<b>29.02 %</b>
			C22 - M2	<b>21.63 %</b>
	2+925	C-23	C23 - M1	<b>5.27 %</b>
C23 - M2			<b>19.44 %</b>	

## **B. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO: ASTM C 136**

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un suelo, tal como se determina por análisis de tamices (Norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas.

### **GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS FINOS**

Habiendo realizado la exploración en campo tenemos la certeza de que se trata de un suelo fino, la granulometría de los agregados finos se define como aquel que está retenido entre los tamices #4 y el platillo, con este ensayo podemos conocer la composición en porcentaje del tamaño de las partículas que conforman dicho suelo.

## Resultados del ensayo según ASTM C 136

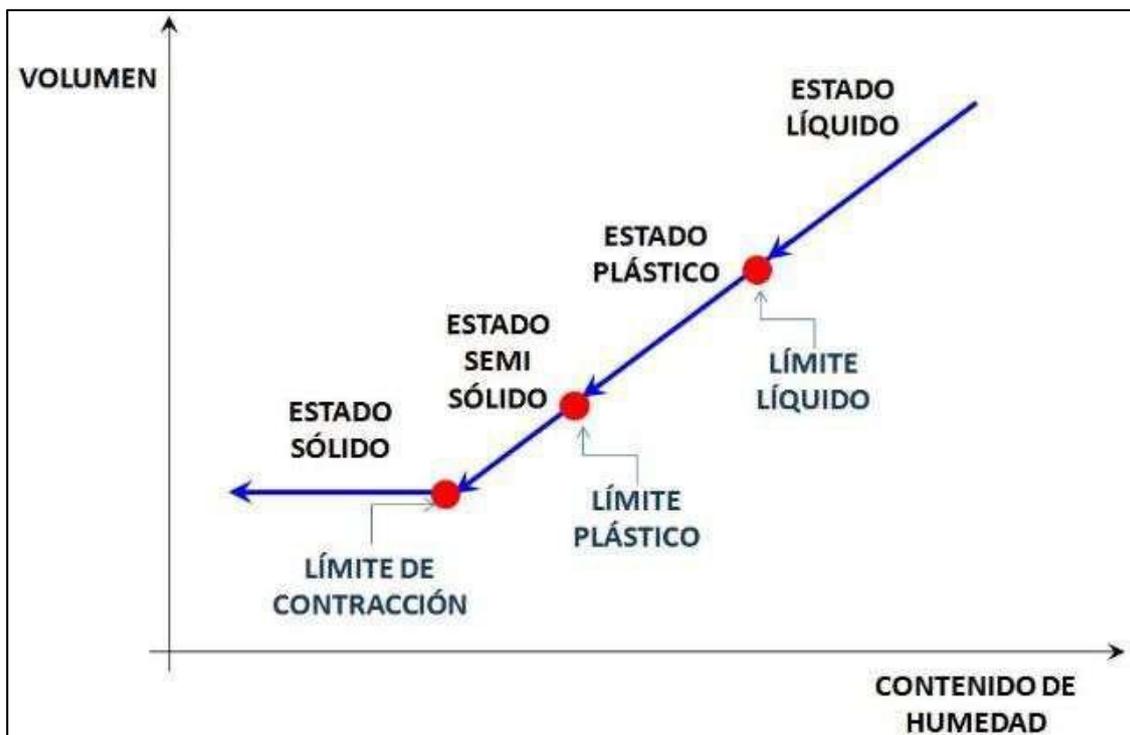
Cuadro de resultados del análisis granulométrico

CANAL	KILÓMETRO	POZO O CALICATA	ESTRATO O MUESTRA	% que pasa		NOMENCLATURA
				# 4	# 200	
SAN MANUEL	0+020	C-01	C1 - M1	100.00	56.66	CL arcilla de media compresibilidad
			C1 - M2	100.00	59.25	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
	0+570	C-02	C2 - M1	100.00	72.25	CL arcilla de baja compresibilidad
			C2 - M2	100.00	36.18	ML limo de baja compresibilidad
GALPON	0+500	C-03	C3 - M1	100.00	8.51	ML limo de baja compresibilidad
			C3 - M2	99.51	78.86	CL arcilla de baja compresibilidad
	1+000	C-04	C4 - M1	100.00	45.05	CL arcilla de baja compresibilidad
			C4 - M2	100.00	72.43	CL arcilla de baja compresibilidad
			C4 - M3	100.00	37.92	CL arcilla de baja compresibilidad
	1+500	C-05	C5 - M1	100.00	57.43	ML limo de baja compresibilidad
			C5 - M2	100.00	84.64	ML limo de baja compresibilidad
	2+200	C-06	C6 - M1	100.00	39.13	ML limo de baja compresibilidad
			C6 - M2	100.00	31.88	ML limo de baja compresibilidad
	2+500	C-07	C7 - M1	100.00	29.01	ML limo de baja compresibilidad
			C7 - M2	100.00	28.18	ML limo de baja compresibilidad
	3+000	C-08	C8 - M1	100.00	76.63	ML limo de baja compresibilidad
			C8 - M2	100.00	36.26	ML limo de baja compresibilidad
	3+500	C-09	C9 - M1	100.00	44.69	ML limo de baja compresibilidad
			C9 - M2	99.73	85.91	CL arcilla de baja compresibilidad
	GALPON R.I	0+500	C-10	C10 - M1	100.00	13.75
C10 - M2				99.13	68.33	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
1+000		C-11	C11 - M1	100.00	81.98	CL arcilla de media compresibilidad
			C12 - M1	100.00	37.30	ML limo de baja compresibilidad
1+500	C-12	C12 - M2	100.00	37.88	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad	
		C13 - M1	100.00	25.07	ML limo de baja compresibilidad	
SAN MANUEL	1+120	C-13	C13 - M2	99.75	76.92	CL arcilla de baja compresibilidad
			C13 - M3	100.00	40.93	ML limo de baja compresibilidad
			C14 - M1	100.00	12.71	ML limo de baja compresibilidad
	1+700	C-14	C14 - M2	100.00	11.78	ML limo de baja compresibilidad
			C15 - M1	100.00	30.24	ML limo de baja compresibilidad
	2+400	C-15	C15 - M2	100.00	89.13	CL arcilla de media compresibilidad
			C16 - M1	100.00	14.43	ML limo de baja compresibilidad
	2+700	C-16	C17 - M1	100.00	14.14	ML limo de baja compresibilidad
			C17 - M2	99.38	66.72	CL arcilla de media compresibilidad
	CANAL SAN MANUEL R.I	0+500	C-18	C18 - M1	100.00	63.59
C18 - M2				100.00	32.95	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
C18 - M3				100.00	83.55	CL arcilla de media compresibilidad
0+960		C-19	C19 - M1	100.00	89.24	ML limo de media compresibilidad
			C19 - M2	100.00	88.78	CL arcilla de media compresibilidad
1+500		C-20	C20 - M1	100.00	30.50	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
			C20 - M2	100.00	89.24	CL arcilla de media compresibilidad
2+000		C-21	C21 - M1	99.85	67.53	CL arcilla de media compresibilidad
			C21 - M2	100.00	30.26	ML limo de baja compresibilidad
2+500		C-22	C22 - M1	100.00	83.60	ML limo de baja compresibilidad
			C22 - M2	99.18	70.64	CL arcilla de baja compresibilidad
2+925		C-23	C23 - M1	100.00	45.25	ML limo de baja compresibilidad
	C23 - M2		100.00	49.11	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad	

### C. LIMITES DE ATTERBERG

Las propiedades de los suelos arcillosos y los suelos de grano fino, pueden ser estudiadas por medio de pruebas simples, siendo las más usuales los Límites de Consistencia o Límites de ATTERBERG. Entendiéndose por consistencia el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

En la siguiente figura se expresa los estados del suelo definidos por su contenido de humedad.



#### 1. LIMITE LIQUIDO: MTC E 110

El límite líquido de un suelo es aquel contenido de humedad bajo el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.

Es la frontera convencional entre los estados semi-líquido y plástico, que se le definió con una técnica de laboratorio, consistente en colocar el suelo moldeado en una cápsula y formando en él una ranura (copa de Casagrande). Luego, golpeando secamente la cápsula contra una superficie dura, el suelo tenía su límite líquido cuando los bordes inferiores de la ranura se tocaban sin mezclarse ante cierto número de golpes.

El límite líquido de un suelo da una idea de su resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Un suelo cuyo contenido de humedad sea

aproximadamente igual o mayor a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

**CALCULOS:**

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo secado en el horno}} \times 100$$

## 2. LIMITE PLASTICO: MTC E 111

Es la frontera convencional entre los estados plástico y semi-sólido, donde un contenido de humedad por debajo de este límite se puede considerar un suelo como material no plástico. Atterberg rotaba un fragmento de suelo hasta convertirlo en un cilindro de espesor no especificado; el agrietamiento y desmoronamiento del rollito, en cierto momento, indicaba que había alcanzado el límite plástico midiendo su contenido de humedad.

Si se construyen terraplenes o sub-bases, deberá evitarse compactar el material cuando su contenido de humedad sea igual o mayor a su Límite Plástico, es decir, la capacidad para soportar cargas aumenta rápidamente cuando el contenido de humedad disminuye por debajo del límite plástico y disminuye rápidamente cuando el contenido de humedad sobrepasa el límite plástico.

**CALCULOS:**

$$\text{Limite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

### ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Es la diferencia numérica entre el L.L. y el L.P.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

El L.P. de un suelo es el campo de humedad, expresado como porcentaje del peso del suelo secado al horno, dentro del cual el suelo permanece plástico.

Cuando el L.L. o el L.P. no pueden determinarse, o cuando el L.P. es mayor que el L.L. el L.P. se incluirá como no plástico (NP).

Un índice de plasticidad elevado indica mayor plasticidad.

## Resultados de los ensayos de consistencia

Después de realizar los ensayos de análisis granulométrico y límites de atterberg se tiene clasificado al suelo de la siguiente manera siendo el más representativo CL y ML, arcilla y limo de baja plasticidad y expansión baja.

CANAL	KILÓMETRO	POZO O CALICATA	ESTRATO O MUESTRA	LL	LP	IP	NOMEN	
SAN MANUEL	0+020	C-01	C1 - M1	37.44	24.37	13.07	CL arcilla de baja compr	
			C1 - M2	21.20	16.09	5.11	CL-ML limo-arcilloso de	
	0+500	C-03	C2 - M1	28.28	19.24	9.04	CL arcilla de baja compr	
			C2 - M2	19.02	16.20	2.82	ML limo de baja comp	
			C3 - M1	16.77	15.87	0.90	ML limo de baja compres	
			C3 - M2	30.19	18.53	11.66	CL arcilla de baja compr	
1+000	C-04	C4 - M1	28.41	19.89	8.52	CL arcilla de baja compr		
		C4 - M2	27.11	18.78	8.33	CL arcilla de baja compr		
		C4 - M3	30.14	18.86	11.2	CL arcilla de baja compr		
1+500	C-05	C5 - M1	21.65	19.03	2.62	ML limo de baja compres		
		C5 - M2	23.49	20.74	2.75	ML limo de baja compres		
GALPON	2+200	C-06	C6 - M1	20.36	17.36	3.00	ML limo de baja compres	
			C6 - M2	19.45	18.51	0.94	ML limo de baja compres	
	2+500	C-07	C7 - M1	23.54	20.43	3.11	ML limo de baja compres	
			C7 - M2	17.54	16.06	1.48	ML limo de baja compres	
	3+000	C-08	C8 - M1	24.17	21.40	2.77	ML limo de baja compres	
			C8 - M2	20.38	17.85	2.53	ML limo de baja compres	
	3+500	C-09	C9 - M1	18.97	17.90	1.07	ML limo de baja compres	
			C9 - M2	26.86	11.12	15.7	CL arcilla de baja compr	
	GALPON R.I	0+500	C-10	C10 - M1	23.32	11.12	12.2	CL arcilla de baja compr
				C10 - M2	22.72	16.59	6.13	CL-ML limo-arcilloso de
1+000		C-11	C11 - M1	31.89	20.63	11.2	CL arcilla de baja compr	
			C12 - M1	16.47	15.30	1.17	ML limo de baja compres	
1+120		C-13	C12 - M2	27.75	21.08	6.67	CL-ML limo-arcilloso de	
			C13 - M1	20.14	18.83	1.31	ML limo de baja compres	
			C13 - M2	26.11	19.02	7.09	CL arcilla de baja compr	
			C13 - M3	20.09	17.64	2.45	ML limo de baja compres	
1+700	C-14	C14 - M1	20.13	18.49	1.64	ML limo de baja compres		
		C14 - M2	19.93	18.93	1.00	ML limo de baja compres		
SAN MANUEL	2+400	C-15	C15 - M1	26.60	24.31	2.29	ML limo de baja compres	
			C15 - M2	42.14	21.90	20.24	CL arcilla de baja compr	
	2+700	C-16	C16 - M1	16.14	14.97	1.17	ML limo de baja compres	
	3+120	C-17	C17 - M1	17.03	15.24	1.79	ML limo de baja compres	
			C17 - M2	34.43	22.95	11.48	CL arcilla de baja compr	
	0+500	C-18	C18 - M1	24.36	18.19	6.17	CL-ML limo-arcilloso de	
C18 - M2			19.55	15.54	4.01	CL-ML limo-arcilloso de		
C18 - M3			34.08	22.12	11.96	CL arcilla de baja compr		
0+960	C-19	C19 - M1	48.95	28.30	20.65	ML limo de baja compres		
		C19 - M2	49.08	26.19	22.89	CL arcilla de baja compr		
CANAL SAN	1+500	C-20	C20 - M1	25.98	19.12	6.86	CL-ML limo-arcilloso de	
			C20 - M2	47.20	25.40	21.80	CL arcilla de baja compr	
	2+000	C-21	C21 - M1	32.24	17.91	14.33	CL arcilla de baja compr	
			C21 - M2	17.36	13.81	3.55	ML limo de baja compres	
2+500	C-22	C22 - M1	26.04	24.29	1.75	ML limo de baja compres		

2+925	C-23	C22 - M2	29.37	20.63	8.74	CL arcilla de baja compr
		C23 - M1	18.97	16.59	2.38	ML limo de baja compres

MANUEL R.I

#### D. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE SALES: MTC E 219

En todo tipo de suelo, se encontraran sales, cada suelo tendrá un porcentaje diferente; por tal razón se realizan los estudios, porque si dicho se encuentra con un exceso este no será un buen elemento para la construcción. Los suelos que contengan una mínima cantidad de sales, son elementos en donde sí se puede desarrollar algún tipo de construcción; siempre y cuando se hayan determinado todos los ensayos para saber si cumple con las especificaciones requeridas.

#### CALCULOS

Para determinar el contenido de sales se usa la siguiente formula:

$$\% \text{ P} = \frac{\text{P}}{\text{P} + \text{P}} \times 100$$

Tabla de la exposición del concreto a soluciones de sulfato

CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATO			
EXPOSICIÓN A SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA, PRESENTE EN EL SUELO COMO SO <sub>4</sub> EN SECO	SULFATOS EN AGUA COMO SO <sub>4</sub> p.p.m.	CEMENTO TIPO
DESPRECIABLE	0.00 – 0.10	0 – 150	I
MODERADA	0.10 – 0.20	150 – 1500	II
SEVERA	0.20 – 2.00	1500 – 10000	V
MUY SEVERA	SOBRE 2.00	SOBRE 10000	V+PUZO LANA

Norma Peruana E-060

#### Resultados del ensayo

Según la tabla mostrada se concluye que el suelo presenta una cantidad de sales que oscila entre 0.00% y 0.05% lo que clasifica al suelo despreciable a la exposición de sulfatos, a excepción de la calicata N°03 muestra M2 cuyo porcentaje de sales es de 0.11% lo que lo clasifica como un suelo de agresividad moderado.

KILÓMETRO	POZO O CALICATA	ESTRATO O MUESTRA	PORCENTAJE DE SAL (%)
0+020	C-01	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
0+570	C-02	M1	0.04 %
		M2	0.05 %
0+500	C-03	M1	0.04 %
		M2	0.11 %
1+000	C-04	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
		M3	0.00 %
1+500	C-05	M1	0.05 %
		M2	0.04 %
2+200	C-06	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
2+500	C-07	M1	0.05 %
		M2	0.04 %
3+000	C-08	M1	0.05 %
		M2	0.04 %
3+500	C-09	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
0+500	C-10	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
1+000	C-11	M1	0.04 %
1+500	C-12	M1	0.04 %
		M2	0.05 %
1+120	C-13	M1	0.04 %
		M2	0.05 %
		M3	0.00 %
1+700	C-14	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
2+400	C-15	M1	0.05 %
		M2	0.06 %
2+700	C-16	M1	0.04 %
3+120	C-17	M1	0.05 %
		M2	0.04 %
0+500	C18	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
		M3	0.04 %
0+960	C19	M1	0.00 %
		M2	0.04 %
1+500	C20	M1	0.04 %
		M2	0.04 %
2+000	C21	M1	0.04 %
		M2	0.05 %
2+500	C22	M1	0.04 %
		M2	0.00 %
2+925	C23	M1	0.05 %
		M2	0.04 %

## E. CORTE DIRECTO

Este método describe y regula el método de ensayo para la determinación de la resistencia al corte de una muestra de suelo, sometida previamente a un proceso de consolidación, cuando se le aplica un esfuerzo de cizalladura o corte directo mientras se permite un drenaje completo de ella. El ensayo se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de cizalladura determinado por la configuración del aparato de cizalladura. Generalmente se ensayan tres o más especímenes, cada uno bajo una carga normal diferente para determinar su efecto sobre la resistencia al corte y al desplazamiento y las propiedades de resistencia a partir de las envolventes de resistencia de Mohr.

Con este método podemos determinar la cohesión del suelo, diagrama de ruptura de Mohr y el ángulo de fricción, así como también nos será útil para determinar la capacidad portante del estrato de suelo.

### CAPACIDAD PORTANTE:

#### Para Cimentación Aislada (falla local)

$$q_c = (2/3c) \cdot N'_c + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + 1/2 \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

Donde:	$c$	=	cohesión
	$D_f$	=	profundidad de cimentación
	$B$	=	ancho de la cimentación
	$\gamma$	=	Peso específico del suelo
	$N'_c, N'_q$ y $N'_\gamma$	=	Factores de capacidad de carga

Calculo de la capacidad admisible:

$$Q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

Factor de seguridad (FS):

$$FS = 3$$

**Los resultados de las tres muestras ensayadas fueron las siguientes:**

- Df = Despreciaremos la profundidad de cimentación por ser variable y pequeña.
- Para el cálculo de la capacidad de carga en suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcillosa), se empleará un ángulo de fricción interna igual a cero.
- Los factores de capacidad de carga son tomados según tabla 3.1 Terzaghi

▼ TABLA 3.1 Factores de capacidad de carga de Terzaghi; ecuaciones (3.4), (3.5) y (3.6)

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*Según Kumbhojkar (1993)

CAPACIDAD PORTANTE DEL CANAL				
DATOS	UNIDAD	C2-M2	C6-M2	C19-M2
clasificación	SUCS	ML	ML	CL
ESTADO DEL SUELO		saturado	saturado	saturado
Df	m	0.00	0.00	0.00
B	m	0.50	0.50	0.50
c	kg/cm <sup>2</sup>	0.43	0.15	0.16
	Grado sexag.	0.00	0.00	0.00
	gr/cm <sup>3</sup>	1.77	1.84	1.92
N'c	adimensional	5.70	5.70	5.70
N'q	adimensional	1.00	1.00	1.00
N'	adimensional	0.00	0.00	0.00
qu	kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.63</b>	<b>0.57</b>	<b>0.61</b>
FS	adimensional	3.00	3.00	3.00
<b>qadm</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.54</b>	<b>0.19</b>	<b>0.20</b>

CAPACIDAD PORTANTE DE PONTONES				
DATOS	UNIDAD	C2-M2	C6-M2	C19-M2
clasificación	SUCS	ML	ML	CL
ESTADO DEL SUELO		saturado	saturado	saturado
Df	m	1.00	1.00	1.00
B	m	0.50	0.50	0.50
c	kg/cm <sup>2</sup>	0.43	0.15	0.16
	Grado sexag.	0.00	0.00	0.00
	gr/cm <sup>3</sup>	1.77	1.84	1.92
N'c	adimensional	5.70	5.70	5.70
N'q	adimensional	1.00	1.00	1.00
N'	adimensional	0.00	0.00	0.00
qu	kg/cm <sup>2</sup>	<b>1.81</b>	<b>0.75</b>	<b>0.80</b>
FS	adimensional	3.00	3.00	3.00
<b>qadm</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>0.60</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>

Dado que los resultados de la capacidad admisible son bajos menores a 0.50 kg/cm<sup>2</sup> procedemos a mejorar el suelo de fundación.

- **ESTABILIDAD DEL SUELO DE FUNDACIÓN**

La estabilidad de suelos es muy importante para el tipo de suelos que presentan baja resistencia, suelos licuables, suelos orgánicos entre otros, en nuestro proyecto debido a que la resistencia es muy baja planteamos mejorar el suelo de fundación con un material de préstamo con un CBR de 10%, en toda la base del canal de ancho 0.62m y estructuras de obras de arte, con esto mejoramos el suelo de fundación.

Con este material calculamos el espesor del suelo a reemplazar.



Winkler” donde relaciona al coeficiente de balasto y la capacidad admisible del suelo.

<b>MODULO DE REACCION DEL SUELO</b>						
<b>Esf. Adm.</b> <b>(Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Winkler</b> <b>(Kg/Cm<sup>3</sup>)</b>		<b>Esf. Adm.</b> <b>(Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Winkler</b> <b>(Kg/Cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Esf. Adm.</b> <b>(Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Winkler</b> <b>(Kg/Cm<sup>3</sup>)</b>
0.25	0.65		1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78		1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91		1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04		1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17		1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30		1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39		1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48		1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57		1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66		2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75		2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84		2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93		2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02		2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11		2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20		2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29		2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38		2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47		2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56		2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65		2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74		2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83		2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92		2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01		2.75	5.50		
1.50	3.10		2.80	5.60		

De donde podemos obtener:  $q_{ad} = 2.75 \text{ kg/cm}^2$  para un  $k_{30} = 5.5 \text{ kg/cm}^3$ .

## F. CONSOLIDACIÓN Y ASENTAMIENTO DE SUELOS:

- **COMPRESIBILIDAD:** Un suelo de media y alta compresibilidad va a ocasionar problemas de asentamiento en la estructura. Terzaghi propuso un método a través del límite líquido (LL) para determinar si un suelo es muy compresible, llamado índice de compresión  $C_c$ , mediante esta ecuación:

$$C_c = 0.009(LL-10\%)$$

Luego con ayuda de la tabla de Crespo Villalaz, clasificamos la compresibilidad.

<b>Cc</b>	<b>Compresibilidad</b>
0.00 a 0.19	Baja
0.20 a 0.39	Media
0.40 a más	Alta

Aplicando este método se obtuvo un promedio de suelos con baja compresibilidad que indican que presentan problemas por asentamiento muy pequeños y también obtuvimos suelos con media compresibilidad que indican problemas de asentamiento dependiendo de las cargas que actúan sobre éste.

CANAL	KILÓMETRO	POZO O CALICATA	ESTRATO O MUESTRA	LL	LP	Cc	NOMENCLATURA
SAN MANUEL	0+020	C-01	C1 - M1	37.44	24.37	0.25	CL arcilla de media compresibilidad
			C1 - M2	21.20	16.09	0.10	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
	0+570	C-02	C2 - M1	28.28	19.24	0.16	CL arcilla de baja compresibilidad
			C2 - M2	19.02	16.20	0.08	ML limo de baja compresibilidad
GALPON	0+500	C-03	C3 - M1	16.77	15.87	0.06	ML limo de baja compresibilidad
			C3 - M2	30.19	18.53	0.18	CL arcilla de baja compresibilidad
	1+000	C-04	C4 - M1	28.41	19.89	0.17	CL arcilla de baja compresibilidad
			C4 - M2	27.11	18.78	0.15	CL arcilla de baja compresibilidad
			C4 - M3	30.14	18.86	0.18	CL arcilla de baja compresibilidad
	1+500	C-05	C5 - M1	21.65	19.03	0.10	ML limo de baja compresibilidad
			C5 - M2	23.49	20.74	0.12	ML limo de baja compresibilidad
	2+200	C-06	C6 - M1	20.36	17.36	0.09	ML limo de baja compresibilidad
			C6 - M2	19.45	18.51	0.09	ML limo de baja compresibilidad
	2+500	C-07	C7 - M1	23.54	20.43	0.12	ML limo de baja compresibilidad
			C7 - M2	17.54	16.06	0.07	ML limo de baja compresibilidad
	3+000	C-08	C8 - M1	24.17	21.40	0.13	ML limo de baja compresibilidad
			C8 - M2	20.38	17.85	0.09	ML limo de baja compresibilidad
	3+500	C-09	C9 - M1	18.97	17.90	0.08	ML limo de baja compresibilidad
			C9 - M2	26.86	11.12	0.15	CL arcilla de baja compresibilidad
	GALPON R.I	0+500	C-10	C10 - M1	23.32	11.12	0.12
C10 - M2				22.72	16.59	0.11	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
1+000		C-11	C11 - M1	31.89	20.63	0.20	CL arcilla de media compresibilidad
1+500		C-12	C12 - M1	16.47	15.30	0.06	ML limo de baja compresibilidad
	C12 - M2		27.75	21.08	0.16	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad	
SAN MANUEL	1+120	C-13	C13 - M1	20.14	18.83	0.09	ML limo de baja compresibilidad
			C13 - M2	26.11	19.02	0.14	CL arcilla de baja compresibilidad
			C13 - M3	20.09	17.64	0.09	ML limo de baja compresibilidad
	1+700	C-14	C14 - M1	20.13	18.49	0.09	ML limo de baja compresibilidad
			C14 - M2	19.93	18.93	0.09	ML limo de baja compresibilidad
	2+400	C-15	C15 - M1	26.60	24.31	0.15	ML limo de baja compresibilidad
			C15 - M2	42.14	21.90	0.29	CL arcilla de media compresibilidad
	2+700	C-16	C16 - M1	16.14	14.97	0.06	ML limo de baja compresibilidad
3+120	C-17	C17 - M1	17.03	15.24	0.06	ML limo de baja compresibilidad	
		C17 - M2	34.43	22.95	0.22	CL arcilla de media compresibilidad	
CANAL SAN MANUEL R.I	0+500	C-18	C18 - M1	24.36	18.19	0.13	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
			C18 - M2	19.55	15.54	0.09	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
			C18 - M3	34.08	22.12	0.22	CL arcilla de media compresibilidad
	0+960	C-19	C19 - M1	48.95	28.30	0.35	ML limo de media compresibilidad
			C19 - M2	49.08	26.19	0.35	CL arcilla de media compresibilidad
	1+500	C-20	C20 - M1	25.98	19.12	0.14	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad
			C20 - M2	47.20	25.40	0.33	CL arcilla de media compresibilidad
	2+000	C-21	C21 - M1	32.24	17.91	0.20	CL arcilla de media compresibilidad
			C21 - M2	17.36	13.81	0.07	ML limo de baja compresibilidad
	2+500	C-22	C22 - M1	26.04	24.29	0.14	ML limo de baja compresibilidad
			C22 - M2	29.37	20.63	0.17	CL arcilla de baja compresibilidad
	2+925	C-23	C23 - M1	18.97	16.59	0.08	ML limo de baja compresibilidad
			C23 - M2	20.99	16.69	0.10	CL-ML limo-arcilloso de baja compresibilidad

- **ASENTAMIENTOS:** El fenómeno de la consolidación unidimensional de los suelos es importante para determinar cuánto se asienta el estrato de fundación cuando se le aplica una carga de una zapata, según el método de la teoría elástica podemos calcular los asentamientos inmediatos y compararlos que sean menores de 2" según Sower, 1992.

La fórmula aplicada de la teoría elástica es:

$$s = \frac{q \cdot B \cdot (1 - \mu^2)}{E_s} \cdot I_f$$

$s$  = asentamiento probable (cm)

$q$  =  $\frac{P}{A}$  (ton/m<sup>2</sup>)

$B$  =  $\frac{L + B}{2}$

( $\frac{L + B}{2}$ )

$I_f = \frac{1}{1 + 0.0475 \frac{h}{B}}$

$h$  =  $\frac{L + B}{2}$  (m)

$E_s$  =  $\frac{2.5 \cdot 10^4}{1 + 0.0001 \frac{h}{B}}$  (ton/cm<sup>2</sup>)  
**Asentamiento en arcillas.**

$\mu = 0.4$  Arcilla saturada

$\mu = 0.3$  Arcilla muy saturada (valor más desfavorable)

$I_f = 250 \frac{h}{B}$

$P$  = (ton) Valor que se obtiene de la siguiente manera:

Presión por losa de concreto simple de 0.15 m de espesor:

$$2.3 \text{ ton/m}^3 \cdot 0.15 \text{ m} = 0.345 \text{ ton/m}^2$$

Carba viva:

Presión por peso de agua:  $1.0 \text{ ton/m}^2 \cdot 0.73 \text{ m}$  (tirante máximo) =

$$0.73 \text{ ton/m}^2$$

$\mu = 1.075 \left( \frac{L + B}{2} \right)$

$\mu = 0.62 \left( \frac{L + B}{2} \right)$

$\mu = 3 \mu$

$s = 4.66 \mu < 2''$  (5.4 cm, según Sowers, 1962) en arcillas

## Asentamiento en limos.

$$I_p = 0.3$$

$$q_{adm} = 200 \frac{q_{adm}}{q_{adm}}$$

$$I_p = 250 \frac{q_{adm}}{q_{adm}}$$

$q_{adm} = \left( \frac{q_{adm}}{q_{adm}} \right)$  Valor que se obtiene de la siguiente manera:

Presión por losa de concreto simple de 0.15 m de espesor:  
 $2.3 \text{ ton/m}^3 * 0.15 \text{ m} = 0.345 \text{ ton/m}^2$

Carba viva:

Presión por peso de agua:  $1.0 \text{ ton/m}^2 * 0.73 \text{ m}$  (tirante máximo) =  
 $0.73 \text{ ton/m}^2$

$$q_{adm} = 1.075 \left( \frac{q_{adm}}{q_{adm}} \right)$$

$$q_{adm} = 0.62 \left( \frac{q_{adm}}{q_{adm}} \right)$$

$$q_{adm} = 3 \frac{q_{adm}}{q_{adm}}$$

$$q_{adm} = 0.75 \frac{q_{adm}}{q_{adm}} < 2'' \text{ en limos}$$

## Asentamiento del nuevo suelo de fundación.

$$I_p = 0.2$$

$$q_{adm} = 1000 \frac{q_{adm}}{q_{adm}}$$

$$I_p = 250 \frac{q_{adm}}{q_{adm}}$$

$q_{adm} = \left( \frac{q_{adm}}{q_{adm}} \right)$  Valor que se obtiene de la siguiente manera:

Presión por losa de concreto simple de 0.15 m de espesor:  
 $2.3 \text{ ton/m}^3 * 0.15 \text{ m} = 0.345 \text{ ton/m}^2$

Carba viva:

Presión por peso de agua:  $1.0 \text{ ton/m}^2 * 0.73 \text{ m}$  (tirante máximo) =  
 $0.73 \text{ ton/m}^2$

$$q_{adm} = 1.075 \left( \frac{q_{adm}}{q_{adm}} \right)$$

$$q_{adm} = 0.62 \left( \frac{q_{adm}}{q_{adm}} \right)$$

$$q_{adm} = 3 \frac{q_{adm}}{q_{adm}}$$

$$q_{adm} = 0.159 \frac{q_{adm}}{q_{adm}} < 2'' \text{ nuevo suelo de fundación}$$

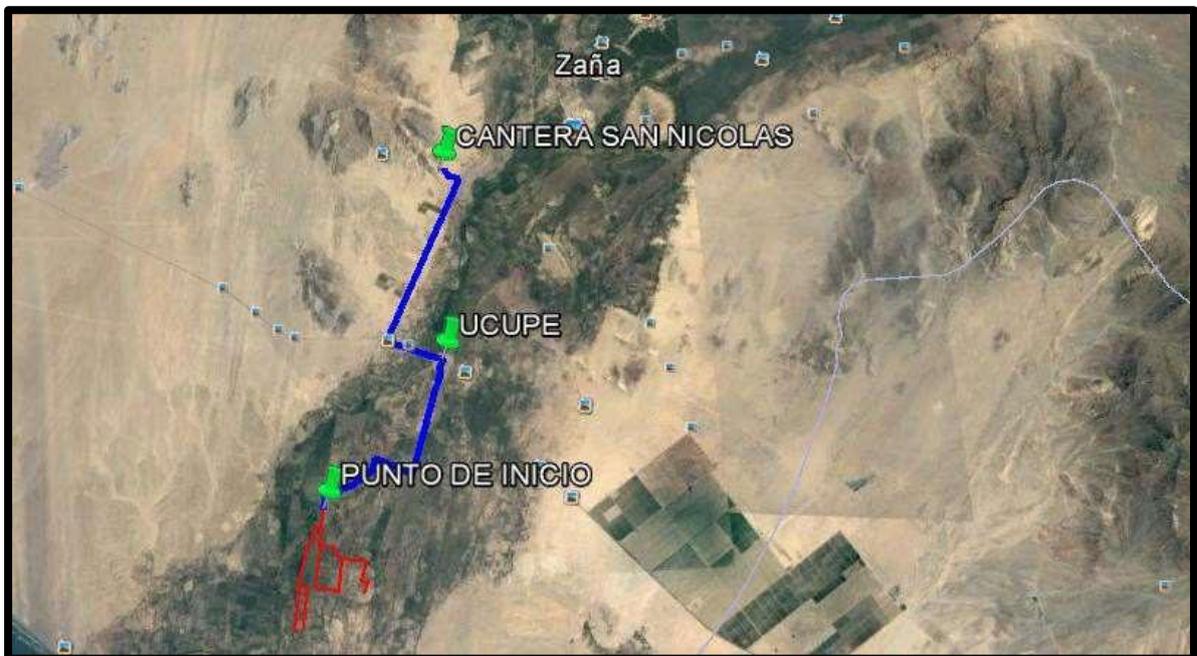
## 5.3.2. ESTUDIO DE CANTERAS

### 5.3.2.1. INVESTIVACION DE CAMPO

Las investigaciones de campo fueron realizadas con la finalidad de ubicar la cantera necesaria que presente las siguientes características:

- ✓ Ubicación y accesibilidad a la obra.
- ✓ Calidad y cantidad (potencia) que satisfaga los requerimientos de la obra.
- ✓ Características geomecánicas de los materiales que cumplan con las normas.

Se ha localizado 01 cantera denominada “SAN NICOLÁS”, situada a una distancia de 15.5 km de nuestra obra. Esta cantera pertenece al Centro Poblado de San Nicolás, Distrito de Saña.



**FIG. .: EL RECORRIDO DE LA OBRA HACIA LA CANTERA SAN NICOLÁS (VISTA SATELITAL)**

### 5.3.2.2. EXPLORACION

Son las investigaciones realizadas en el terreno para obtener la información necesaria de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, las mismas que llevarán a cabo mediante un exploración directa.

Se realizó el reconocimiento de campo en toda el área de influencia de la franja del canal, fijándose las áreas donde existían depósitos de materiales inertes cuyas

características eran aparentemente adecuadas para ser utilizadas como material de agregados para el canal.

En esta primera etapa se realizó investigación a la cantera San Nicolás, lo cual se detalla en el siguiente cuadro:

<b>CANTERA</b>	<b>DISTANCIA A LA OBRA (Km)</b>	<b>ACCESO</b>	<b>ESTADO DEL ACCESO</b>	<b>PROPIETARIOS</b>	<b>UBICACIÓN</b>
SAN NICOLÁS	15.5	Si	Bueno	Libre disponibilidad	Centro poblado San Nicolás, Distrito de Saña

### **5.3.2.3. EXTRACCION DE MUESTRAS**

Una vez ubicado el depósito, se procedió a su investigación geotécnica mediante la extracción, para determinar las características del material y su potencia.

Consiste en obtener una porción de material (muestras) para su investigación, pudiendo ser estas representativas y no representativas; debiendo ser de lo más adecuada para la realización de los ensayos y pruebas de laboratorio que se van a ejecutar.

#### **MUESTRA REPRESENTATIVAS**

Son las que contienen todos los materiales constituyentes del estrato, del cual fueron tomadas, no han tenido ningún cambio químico. Sin embargo su condición física o estructural, sí se ha alterado, además de su contenido de humedad, estas muestras se usan para llevar a cabo una clasificación general, gracias a sus propiedades índice y la identificación de cada material.

#### **MUESTRAS NO REPRESENTATIVAS**

Se les conoce así a las muestras que no representan algún estrato en especial, sino que sus partículas se han mezclado con los otros estratos o materiales, por lo cual resultan inadecuados para un examen de laboratorio, sin embargo, son útiles para establecer una clasificación preliminar y una determinación de las profundidades a las cuales

ocurren cambios mayores en los estratos y de donde o a partir de cuándo podemos obtener muestras representativas o no alteradas.

#### **5.3.2.4. FASE DE LABORATORIO**

Con el objeto de determinar las características, propiedades y calidad del material, realizando los ensayos y considerando la norma técnica vigente del Manual de Ensayos de Materiales EM 2000.

Los ensayos realizados en el Laboratorio de Ensayo de Materiales son los siguientes:

##### **➤ ENSAYOS ESTÁNDAR**

- ✓ Contenido de Humedad.
- ✓ Peso específico de masa.
- ✓ Grado de Absorción.
- ✓ Peso Unitario Suelto Seco.
- ✓ Peso Volumétrico Varillado.
- ✓ Análisis Granulométrico por tamizado.

##### **➤ ENSAYOS ESPECIALES**

- ✓ Resistencia a la Compresión Axial del Concreto.

Estos ensayos son para la elaboración de testigos de concretos para el revestimiento del canal y sus obras de arte, para tal tienen que cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 33 y el diseño de mezcla según ACI comité 211.

#### **A. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

Debemos calcular cual es el contenido de humedad evaporable, incluye la humedad superficial y la contenida en los poros de los agregados, que aporta al diseño de mezcla. Este se calculó según MTC 108

## **B. ENSAYOS DEL PESO ESPECÍFICO DE MASA Y GRADO DE ABSORCIÓN**

### **PESO ESPECÍFICO DE MASA**

El peso específico es la relación entre la densidad del material y la densidad del agua de acuerdo a la condición de humedad del agregado, el peso específico se determina en condición seca o saturada con superficie seca (SSS). Esta información nos permite hacer una relación entre el peso de los agregados y el volumen que ocupa dentro de la mezcla.

### **GRADO DE ABSORCIÓN**

La presente norma, establece el método de ensayo para determinar el porcentaje de absorción (después de 24 horas en el agua).

Podemos definir la absorción, como la cantidad de agua absorbida por el agregado sumergido en el agua durante 24 horas. Se expresa como un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que se encuentre el material saturado superficialmente seco.

Se ensaya el peso específico y grado de absorción del agregado grueso y el agregado fino. Los ensayos fueron realizados según norma MTC E 205 y MTC E 206.

## **C. ENSAYOS DEL PESO UNITARIO SUELTO**

Este peso es aquel que alcanza un determinado Volumen Unitario aplicable a aquellos agregados que presenten un tamaño máximo de 150mm.

Este peso de agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas tales como forma granulométrica, tamaño máximo y mínimo que represente la muestra. En consecuencia para que estos resultados sean de utilidad deben ceñirse a las normas en mención. Para este ensayo se aplica la Norma Técnica Peruana 400.017.

## **D. ENSAYOS DEL PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO**

Este peso expresado generalmente en kg/ m<sup>3</sup> se hace necesario cuando nos encontramos con agregados ligeros pesados y en el caso específico de proporcionarse el concreto por volumen.

Este peso también varía de acuerdo a condiciones intrínsecas como forma granulométrica y tamaño máximo. Así mismo depende de factores externos como la

relación del tamaño máximo con el volumen del recipiente la consolidación impuesta la forma de colocación, etc. En consecuencia para que este sea útil debemos ceñirnos siempre a las normas vigentes para ejecución del ensayo. Para este ensayo se aplica la Norma Técnica Peruana 400.017.

### **E. ENSAYOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (Norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas.

Para el diseño de mezcla la granulometría de los agregados finos y gruesos deben cumplir los lineamientos de la norma ASTM C 33.

### **MÓDULO DE FINEZA DE UN ÁRIDO**

El módulo de fineza es calculado por medio de datos del análisis granulométrico, sumando los porcentajes acumulados del agregado retenido en cada una de las mallas y dividiéndola entre 100. Las mallas utilizadas para hallar el módulo de fineza son: N<sup>o</sup> 100, N<sup>o</sup> 50, N<sup>o</sup> 30, N<sup>o</sup> 16, N<sup>o</sup> 8, N<sup>o</sup> 4, N<sup>o</sup> 9.5mm(3/8”), 19.0m(3/4”), 37.5mm(1 1/2”) y aún mayores que se incrementan en la proporción de 2 en 1.

Debe tenerse muy claro que es un criterio que se aplica tanto a la piedra como a la arena, pues sirve para caracterizar cada agregado independientemente.

Según las normas establecidas el módulo de fineza se debe encontrar entre 2.4 - 3.2

### **TAMAÑO NOMINAL:**

Se le llama así al tamaño de la primera malla que retiene el agregado.

### **TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:**

Es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado

El porcentaje de agregado que pasará por esta malla puede ir de noventa a cien por ciento (90% - 100%)

## RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Piedra Cantera : CANTERA SAN NICOLÁS DE SAÑA

Arena Cantera : CANTERA SAN NICOLÁS DE SAÑA

CARACTERÍSTICAS :	ARENA	PIEDRA
Humedad Natural	1,235 %	0,585 %
Absorción	1,01 %	2,40 %
Peso Específico de Masa	2,487 gr/cm3	2,765 gr/cm3
Módulo de Fineza	2.95	
Tamaño Max. Nominal del A. Grueso		3/4"
Peso Unitario Suelto Seco	1,67 gr/cm3	1,36 gr/cm3
Peso Unitario Varillado	1,91 gr/cm3	1,48 gr/cm3

### F. DISEÑO DE MEZCLAS - MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

El proporcionamiento de mezclas de concreto, más comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y/o aditivos).
- b) Determinación de sus cantidades relativas “proporcionamiento” para producir una tanda económica como sea posible, un concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto.

### INFORMACION REQUERIDA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

- ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado de los agregados
- ✓ Peso Unitario Suelto Seco de los agregados.
- ✓ Peso Volumétrico Varillado de los agregados.
- ✓ Peso específico de Masa de los agregados.

- ✓ Grado de Absorción de los agregados.
- ✓ Contenido de Humedad de los agregados.
- ✓ Perfil y Textura de los agregados
- ✓ Tipo y Marca del cemento
- ✓ Peso Específico del cemento
- ✓ Resistencia Especificada en kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ Uso del Proyecto.
- ✓ Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

## **PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS DE PRUEBA**

Una vez hecho el diseño del concreto, que se empleara en la construcción del canal hidráulico; se elaboraron mezclas de prueba de concreto, que fueron sometidas a ensayos de laboratorio de materiales. Las mezclas de prueba en este caso fueron para cada resistencia de concreto:  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> para obras de arte y  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> para la caja del canal. También por el tipo de uso se optó por un concreto poco trabajable con un asentamiento de 1" – 3".

Estas mezclas de prueba de concreto, se hacen con la finalidad de verificar que el concreto cumpla con las especificaciones técnicas hechas por el proyectista; o de ser necesario para realizarle ajustes, ya que hay características que no guardan relación con el diseño.

## **ELABORACIÓN Y CURADO DE PROBETAS DE CONCRETO PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

### **CONCEPTOS GENERALES**

Solamente se puede garantizar la resistencia del concreto, si los cilindros se fabrican y curan de acuerdo con métodos normalizados.

Los ensayos de compresión del concreto, se efectúan para determinar la resistencia del concreto. Si se permite que varíen las condiciones de curado, toma de muestras y métodos de llenado y acabado de los cilindros, los resultados obtenidos carecen de valor, porque no se pueden determinar si una resistencia baja es debida a una mala calidad del concreto o a una confección defectuosa de los cilindros.

## **ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS DE CONCRETO**

### **➤ EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

- ✓ Moldes.
- ✓ Varilla de Acero Lisa.
- ✓ Martillo de Caucho.
- ✓ Balanza Electrónica.
- ✓ Cucharón.

### **➤ PROCEDIMIENTOS**

- 1º. Una vez calculados los diseños de mezcla para un resistencia de  $f'c= 175\text{kg/cm}^2$  y  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , con las dosificaciones obtenidas se elaboró las probetas, 6 para cada diseño de mezcla, previamente los moldes ya han sido engrasados en su superficie interna para desmoldar fácilmente, y también tomada sus dimensiones como altura y radio interno.
- 2º. El procedimiento al llenar los moldes consta de 3 capas (1/3 de la altura del molde por capa) que deben ser chuseadas aplicándosele 25 golpes por cada capa y a la vez se le van aplicando golpes con el martillo de goma a los costados del molde para evitar cangrejas.
- 3º. Después de la compactación se procedió a retirar el concreto sobrante, enrasando su superficie y manipulando lo menos posible para dejar la cara lisa de forma tal que cumpla las tolerancias de acabado.
- 4º. Adicionalmente a este proceso se deben tomar datos de los pesos de los moldes de prueba vacíos, y de los moldes llenos de concreto justo antes ponerlos a secar por lapso de 24 horas.

## **CURADO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO**

Una vez colocado el concreto dentro de los moldes de las probetas, estas se dejan secar por un lapso de 24 horas. Luego las probetas son extraídas de los moldes, para ser sometidas al proceso de curado, el cual consiste en sumergirlas completamente en agua por un tiempo de 7 días. Esto a fin de evitar la evaporación de agua del concreto que está en proceso de endurecimiento.

## G. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

La resistencia a la compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura).

La resistencia a la compresión de un concreto ( $f'c$ ) debe ser alcanzado a los 28 días, después de vaciado y realizado el curado respectivo.

El aumento de resistencia continuará con la edad mientras esté presente algo de cemento sin hidratar, a condición de que el concreto permanezca húmedo o tenga una humedad relativa superior a aproximadamente el 80% y permanezca favorable la temperatura del concreto. Cuando la humedad relativa dentro del concreto cae aproximadamente al 80% o la temperatura del concreto desciende por debajo del punto de congelación, la hidratación y el aumento de resistencia virtualmente se detiene.

La resistencia del concreto es considerada la propiedad más importante de este material, sin embargo, para los concretos de alto desempeño la resistencia a la compresión es tan importante como la durabilidad del concreto.

El único equipo que usaremos es el de compresión axial que nos dará las resistencias máximas por cada relación agua-cemento usado para cada probeta.

### ➤ CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura entre el área de la sección.

$$f'c = \frac{P_{\text{máx}}}{A} = \frac{P_{\text{máx}}}{\pi \cdot D^2 / 4}$$

área

diámetro

relación

### ➤ RESULTADOS

- ✓ Se obtuvo seis testigos para cada resistencia requerida, (12) probetas, las cuales fueron sometidas al ensayo de resistencia a los veintiocho (28) días.

b.1) Para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>

Días de Rotura	Probetas	Relación A/C	F (Kg-f)	Diámetro (cm)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
11	1	<b>0.558</b>	<b>29865</b>	15,0	<b>169</b>	<b>172</b>
	2		<b>30925</b>	15,0	<b>175</b>	
18	3		<b>34283</b>	15,0	<b>194</b>	<b>196</b>
	4		<b>34990</b>	15,0	<b>198</b>	
	5		<b>44532</b>	15,0	<b>252</b>	<b>256</b>
	6		<b>45946</b>	15,0	<b>260</b>	

b.2) Para una resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>:

Días de Rotura	Probetas	Relación A/C	F (Kg-f)	Diámetro (cm)	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
11	1	<b>0,628</b>	<b>24563</b>	15,0	<b>139</b>	<b>142</b>
	2		<b>25624</b>	15,0	<b>145</b>	
18	3		<b>27744</b>	15,0	<b>157</b>	<b>162</b>
	4		<b>29511</b>	15,0	<b>167</b>	
	5		<b>32339</b>	15,0	<b>183</b>	<b>186</b>
	6		<b>33399</b>	15,0	<b>189</b>	

Usando las tablas de RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

EDAD EN DIAS	COEFICIENTE DE LA RESIST/F'c.	RESISTENCIA	
		f'c= 175	f'c= 210
1	17%	30.00	35.70
2	34%	59.60	71.40
3	44%	77.00	92.40
4	50%	87.50	105.00
5	56%	98.00	117.60

6	62%	108.50	130.20
7	68%	119.00	142.80
8	71%	124.25	149.10
9	74%	129.50	155.40
10	77%	135.00	161.70
11	79%	138.69	166.43
12	80%	140.66	168.79
13	81%	142.13	170.56
14	86%	150.50	180.60
15	87%	152.54	183.05
16	88%	154.58	185.50
17	90%	156.63	187.95
18	91%	158.67	190.40
19	92%	160.71	192.85
20	93%	162.75	195.30
21	95%	166.25	199.50
22	96%	167.50	201.00
23	96%	168.75	202.50
24	97%	170.00	204.00
25	98%	171.25	205.50
26	99%	172.50	207.00
27	99%	173.75	208.50
28	100%=>	175.00	210.00

✓ Con estas expresiones elaboramos las siguiente tabla:

Edad en días	f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup>	f'c Promedio Proyectado (Kg/cm <sup>2</sup> )
11	<b>142</b>	<b>137</b>
18	<b>162</b>	<b>159</b>
28	<b>186</b>	<b>175</b>

Edad en días	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	f'c Promedio Proyectado (Kg/cm <sup>2</sup> )
11	172	166
18	196	190
28	256	210

En las tablas se puede ver que las resistencias de los ensayos superan a las resistencias proyectadas, obteniéndose: 186 kg/cm<sup>2</sup> > 175 kg/cm<sup>2</sup> y 254 kg/cm<sup>2</sup> > 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que concluimos que la relación A/C y dosificaciones son las correctas

### **Relación agua y cemento 0.628**

		Por tanda
Cemento	= 343.949 Kg	4.575
Agregado Fino (húmedo)	= 828.328 Kg	11.017
Agregado Grueso (húmedo)	= 900.638 Kg	11.978
Agua Efectiva (total de mezclado)	= 230.411 litros	3.064

### ***Dosificación en Peso:***



?: 222: 222 / 2222 2i 2222/ 22222

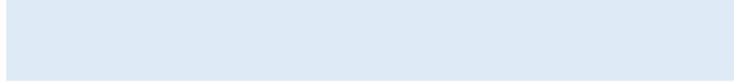
Relación AGUA – CEMENTO de diseño = **0.628**  
 Relación AGUA - CEMENTO efectiva = **0.67**

### **Relación agua y cemento 0.558**

		Por tanda
Cemento	= 387.097 Kg	5.148
Agregado Fino (húmedo)	= 795.598 Kg	10.581

Agregado Grueso (húmedo)	= 900.638 Kg	11.978
Agua Efectiva (total de mezclado)	= 230.484 litros	3.065

**Dosificación en Peso:**



1: 222: 222 / 2222 2: 2222/ 22222

Relación AGUA – CEMENTO de diseño = **0.558**

Relación AGUA - CEMENTO efectiva = **0.595**

## 5.4. DISEÑO HIDRÁULICO DEL CANAL

El diseño de la sección hidráulica del canal a mejorar en todo su trayecto, se efectuó de acuerdo al perfil longitudinal para obtener la pendiente, al análisis de la demanda de agua requerida para la zona, siendo un caudal variable en su trayecto.

Así mismo se tuvo como base los criterios técnicos y económicos que permiten el buen funcionamiento y operatividad. A continuación se presenta el cálculo hidráulico de una sección típica.

Con todos los criterios anteriormente descritos en el Ítem 4.5.1 y utilizando las ecuaciones de Manning mediante el software H –Canales, obtenemos:

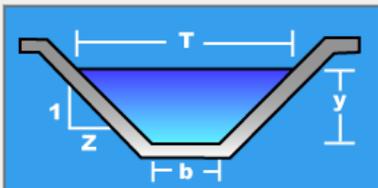
**GRAFICO Nº 02: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0 + 000 - 0 + 600.00 Km. “Canal San Manuel”.**

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar:	UCUPE - LAGUNAS	Proyecto:	DISEÑO DEL SISTEMA DE R
Tramo:	km 0+000 - km 0+600	Revestimiento:	CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	1	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	.5	m
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.001	m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	0.7274	m	Perímetro (p):	2.5575	m
Área hidráulica (A):	0.8929	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.3491	m
Espejo de agua (T):	1.9549	m	Velocidad (v):	1.1199	m/s
Número de Froude (F):	0.5291		Energía específica (E):	0.7914	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

### GRAFICO Nº 03: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales

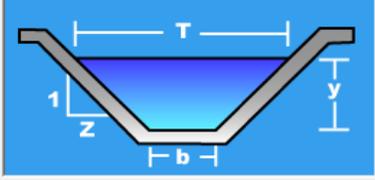
TRAMO: Km 0 + 600.00 - 0 + 720.00 Km. “Canal San Manuel”.

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **UCUPE - LAGUNAS** Proyecto: **DISEÑO DEL SISTEMA DE R**  
 Tramo: **km 0+600 - km 0+720** Revestimiento: **CONCRETO**

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):  m Perímetro (p):  m  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Radio hidráulico (R):  m  
 Espejo de agua (T):  m Velocidad (v):  m/s  
 Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

### GRAFICO Nº 04: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales

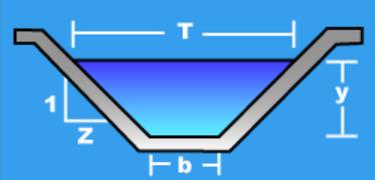
TRAMO: Km 0 + 720.00 - Km 1+ 111.37 “Canal San Manuel”.

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **UCUPE - LAGUNAS** Proyecto: **DISEÑO DEL SISTEMA DE R**  
 Tramo: **km 0+720 - km 1+111.37** Revestimiento: **CONCRETO**

**Datos:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s  
 Ancho de solera (b):  m  
 Talud (Z):   
 Rugosidad (n):   
 Pendiente (S):  m/m

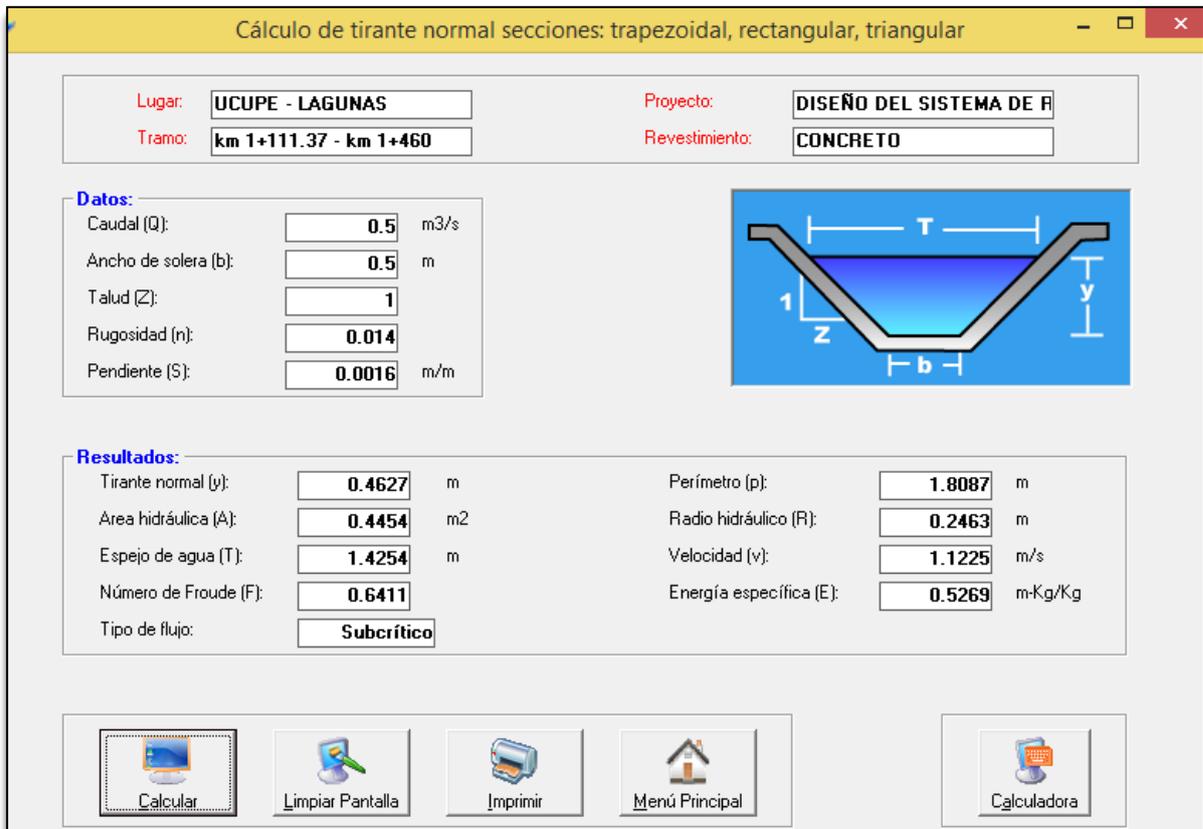


**Resultados:**

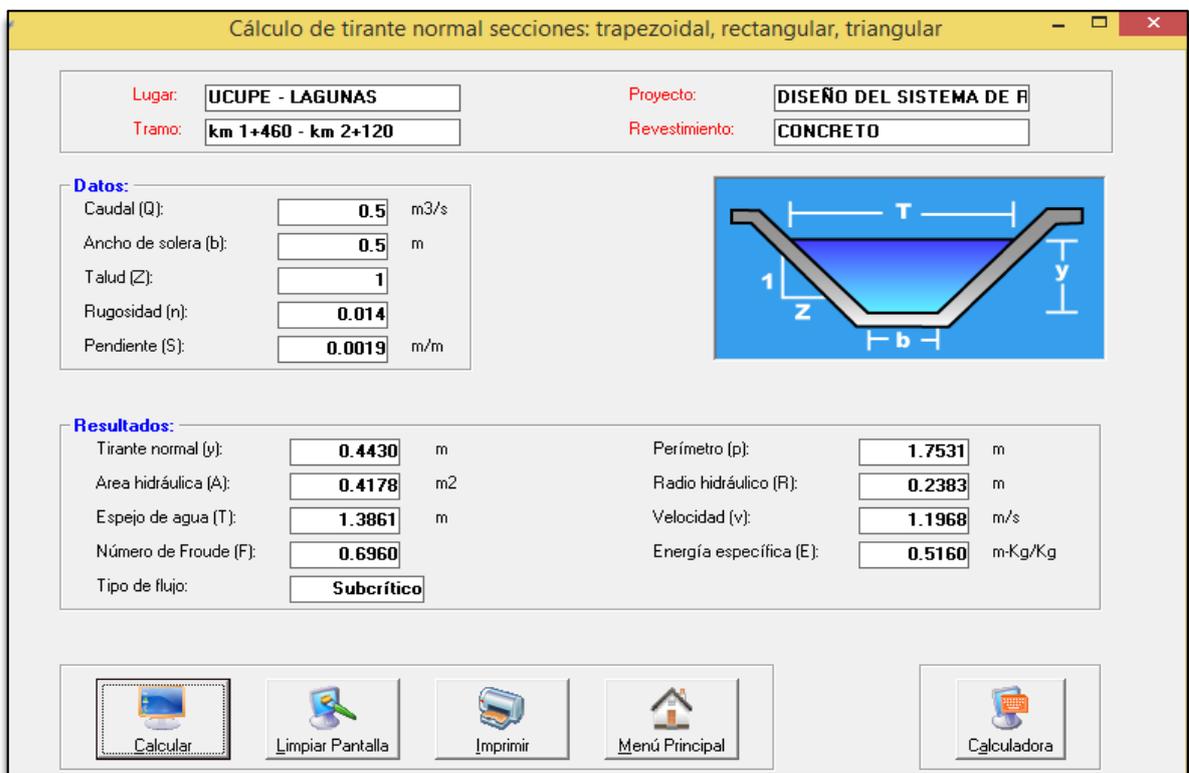
Tirante normal (y):  m Perímetro (p):  m  
 Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Radio hidráulico (R):  m  
 Espejo de agua (T):  m Velocidad (v):  m/s  
 Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
 Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

**GRAFICO Nº 05: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 1+ 111.37 - Km 1 + 460.00. “Canal San Manuel”.**



**GRAFICO Nº 06: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 1 + 460.00 - Km 2 + 120.00. “Canal San Manuel”.**



## GRAFICO Nº 07: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales

TRAMO: Km 2 + 120.00 - Km 2+ 500.00. “Canal San Manuel”.

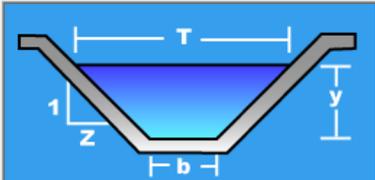
Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

<b>Lugar:</b> UCUPE - LAGUNAS	<b>Proyecto:</b> DISEÑO DEL SISTEMA DE R
<b>Tramo:</b> km 2+120 - km 2+500	<b>Revestimiento:</b> CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.5"/>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.0014"/>	m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.4785"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.8533"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.4682"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2526"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.4569"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0680"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.6015"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5366"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

## GRAFICO Nº 08: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales

TRAMO: Km 2+500.00- Km 3+130. “Canal San Manuel”.

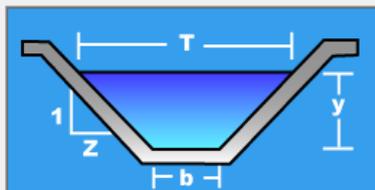
Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

<b>Lugar:</b> UCUPE - LAGUNAS	<b>Proyecto:</b> DISEÑO DEL SISTEMA DE R
<b>Tramo:</b> km 2+500 - km 3+130	<b>Revestimiento:</b> CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.5"/>	m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="0.5"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/>	m/m

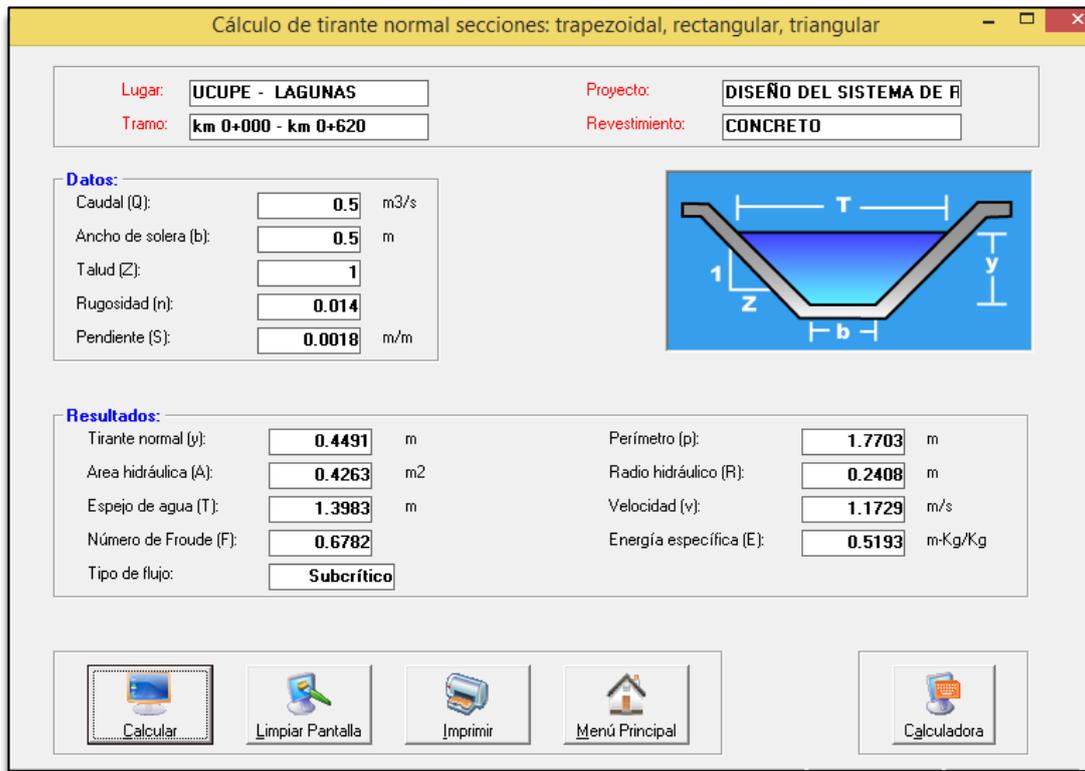


**Resultados:**

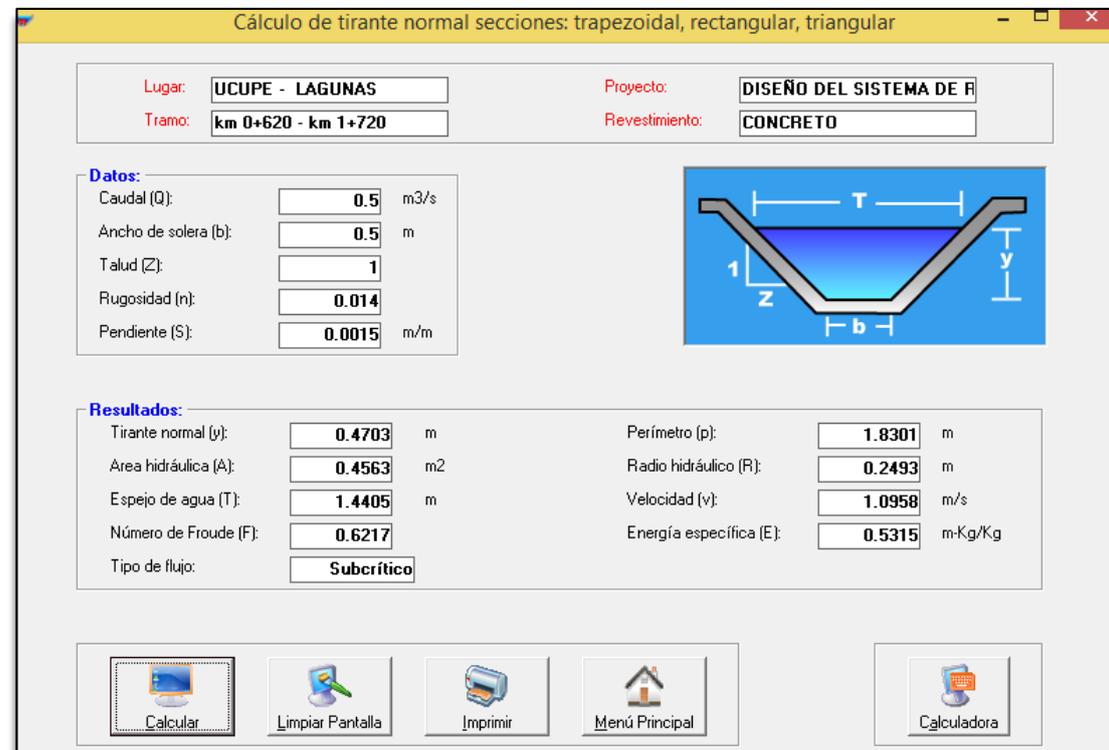
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.5203"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.9717"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.5309"/>	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2693"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="1.5406"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.9418"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.5123"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.5655"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

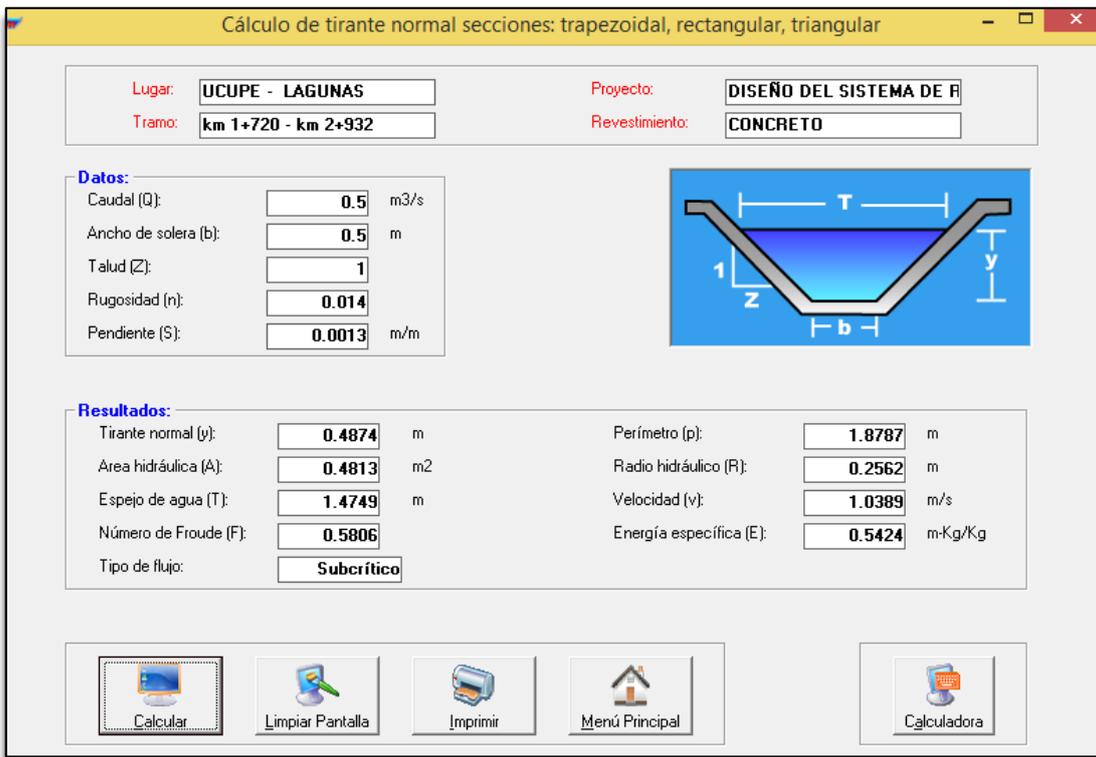
**GRAFICO Nº 09: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0+ 000.00- Km 0+ 620.00. “Canal San Manuel R.I”.**



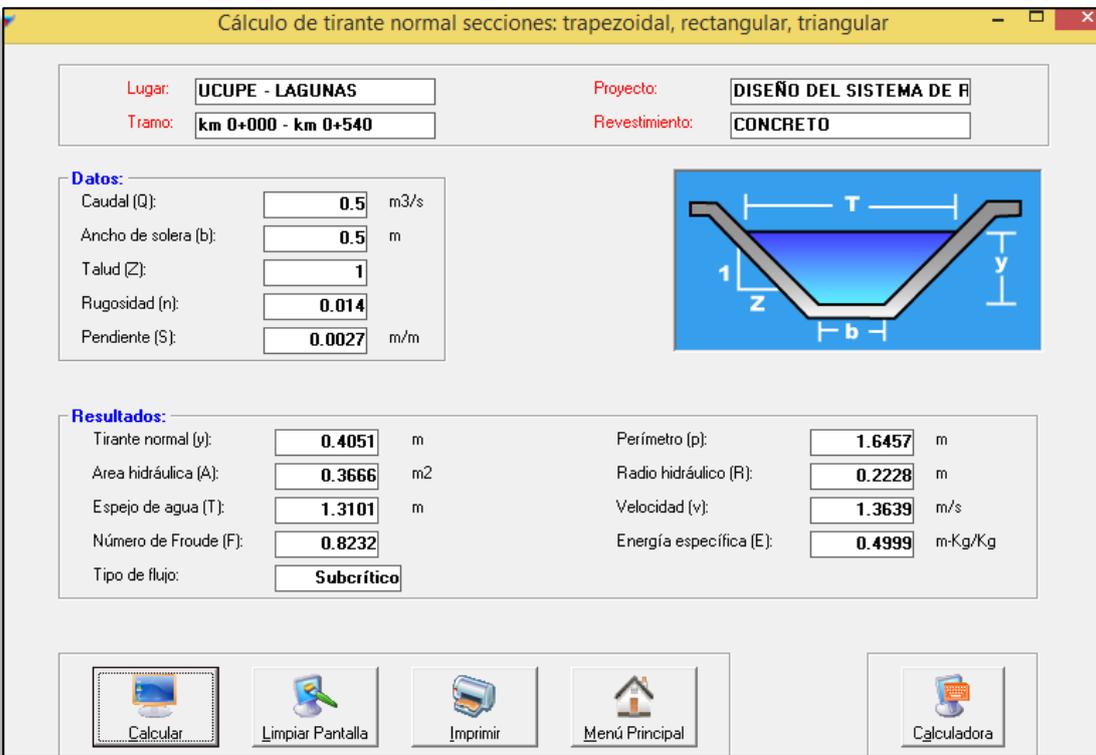
**GRAFICO Nº 10: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0+ 620.00- Km 1 + 720.00. “Canal San Manuel R.I”.**



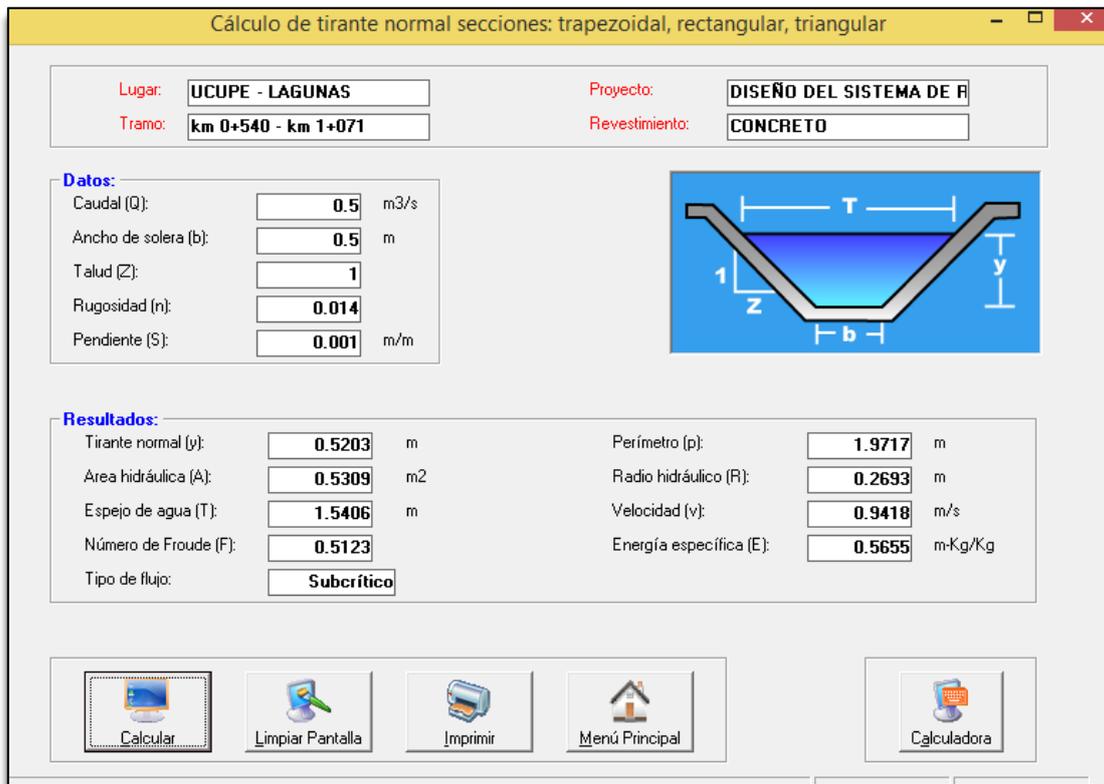
**GRAFICO Nº 11: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 1 + 720.00- Km 2+932.00. “Canal San Manuel R.I”.**



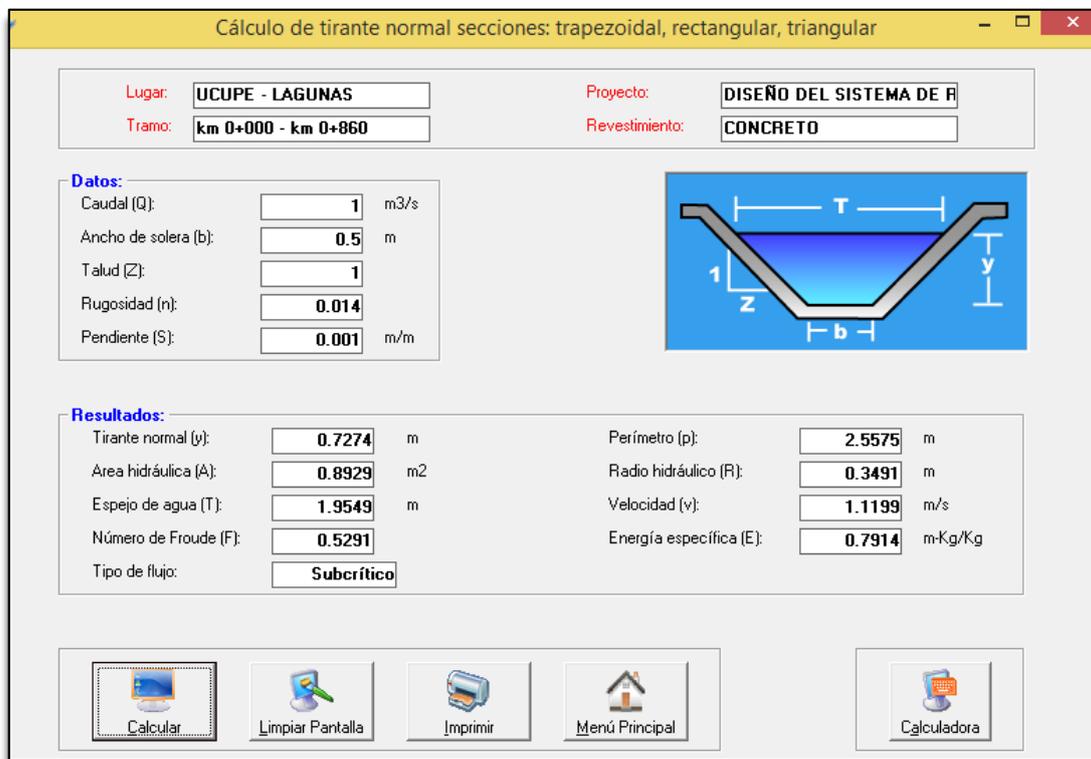
**GRAFICO Nº 12: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0 + 000 - Km 0 + 540.00. “Canal San Manuel R.II”.**



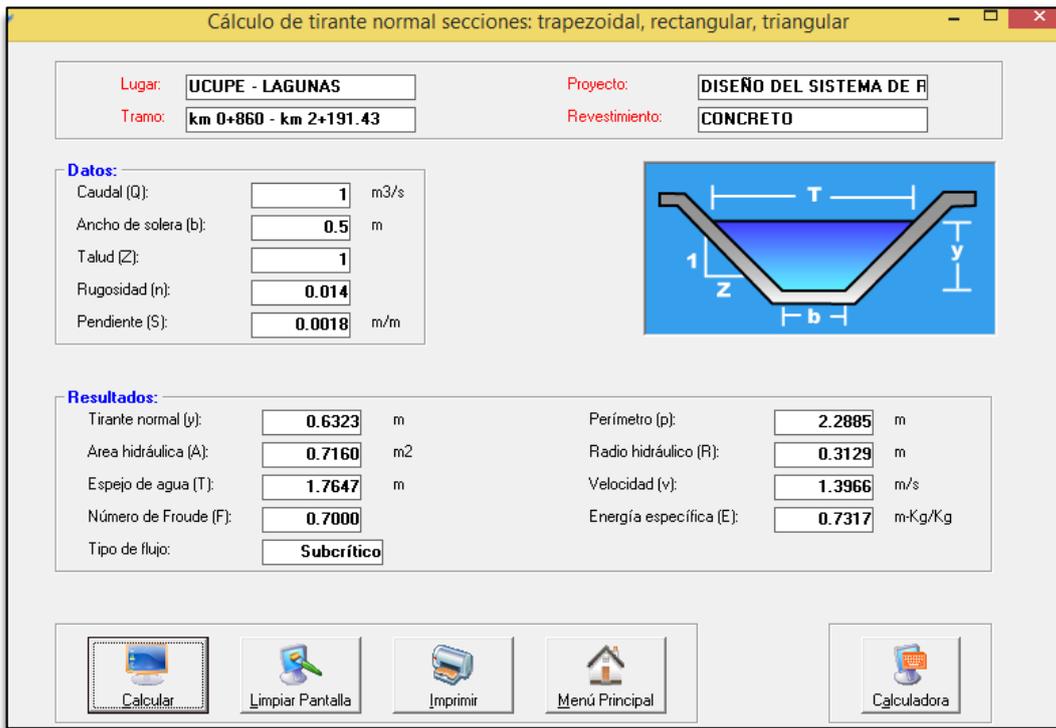
**GRAFICO Nº 13: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0 + 540.00 - Km 1+ 071.00. “Canal San Manuel R.II”.**



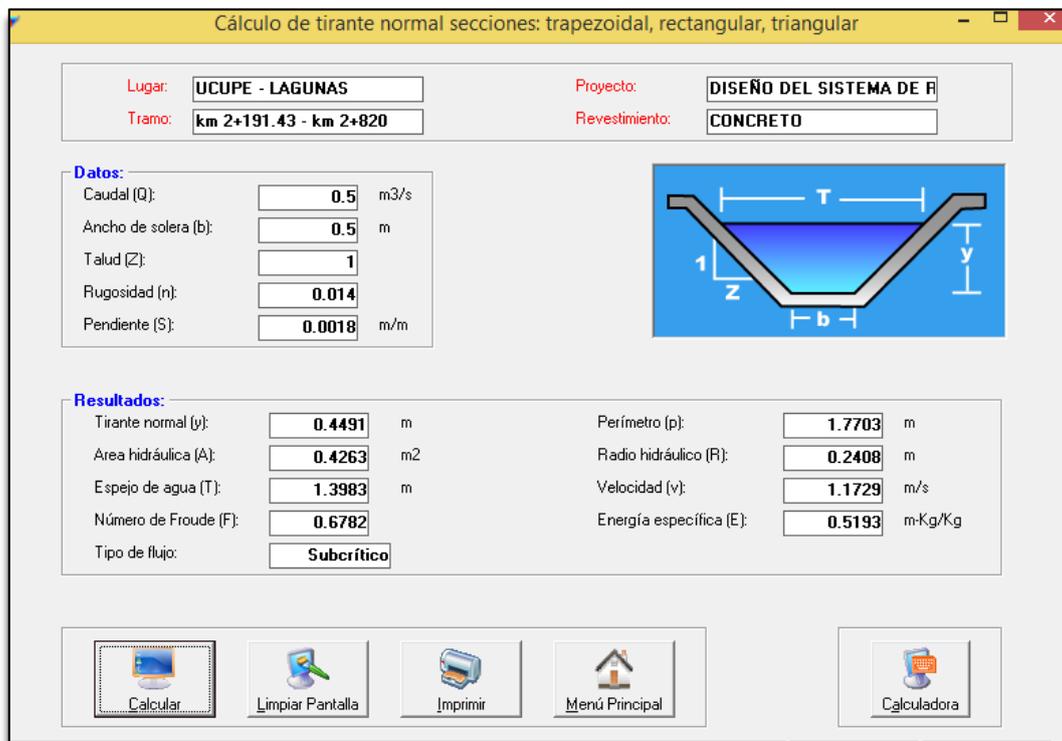
**GRAFICO Nº 14: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0 + 000.00 - Km 0+ 860.00. “Canal Galpón”.**



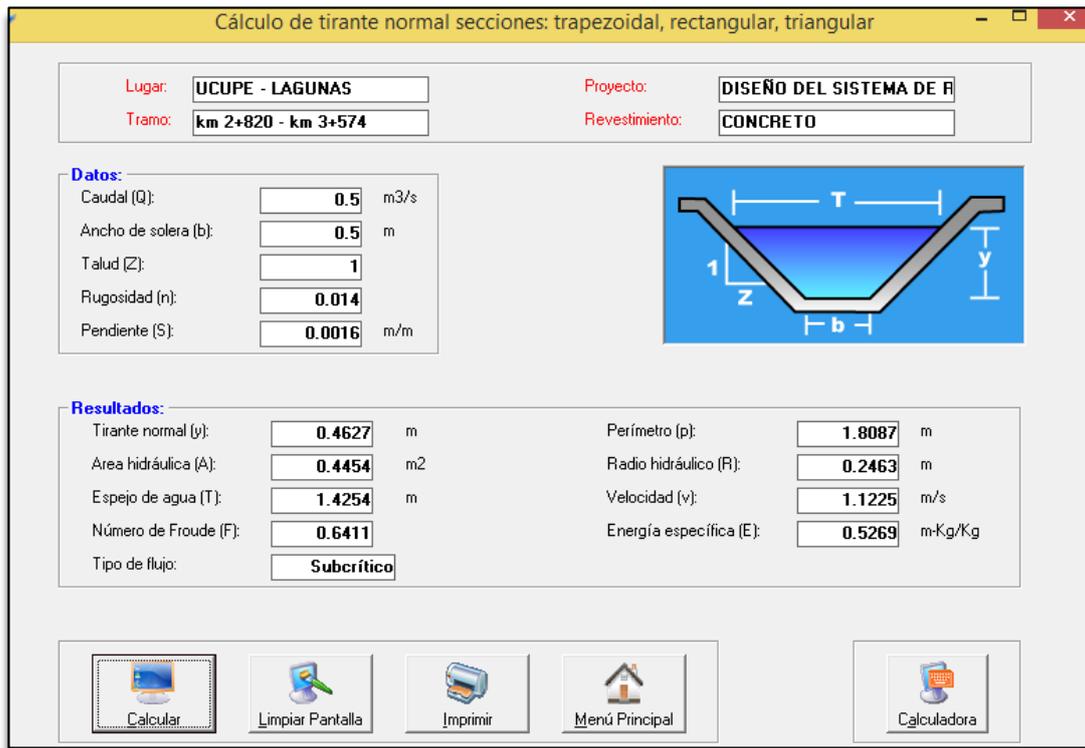
**GRAFICO N° 15: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0 + 860.00 - Km 2+ 191.43. “Canal Galpón”.**



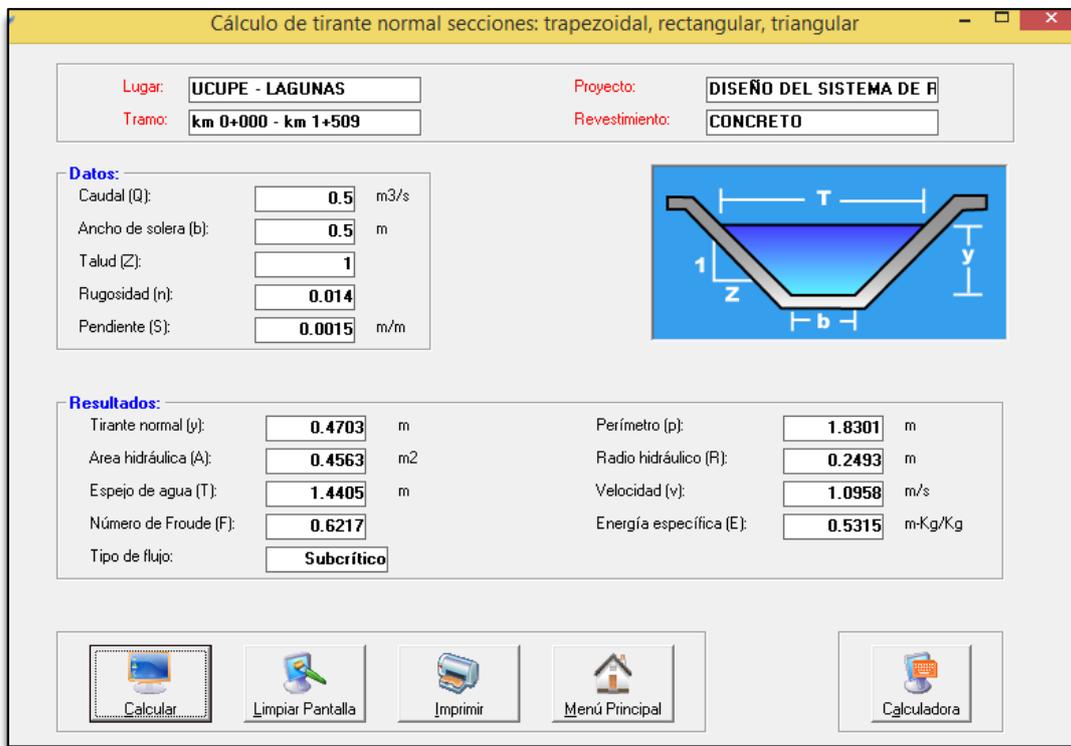
**GRAFICO N° 16: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 2+ 191.43- Km 2+ 820.00. “Canal Galpón”.**



**GRAFICO N° 17: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 2+ 820.00- Km 3+ 574.00. “Canal Galpón”.**



**GRAFICO N° 18: Resultado del Diseño Hidráulico en Software H – Canales**  
**TRAMO: Km 0+ 000.00- Km 1+ 509.00. “Canal Galpón R.I”.**



CUADRO RESUMEN DE SECCIONES TRANSVERSALES DE DISEÑO								
canal	inicio	fin	pendiente	b	y	z	velocidad	caudal
canal san manuel	0+000	0+600	0.001	0.50	0.727	1.027	1.12	1.00
	0+600	0+720	0.003	0.50	0.558	0.858	1.69	1.00
	0+720	1+111.37	0.0016	0.50	0.65	0.95	1.34	1.00
	1+111	1+460	0.0016	0.50	0.462	0.712	1.12	0.50
	1+460	2+120	0.0019	0.50	0.443	0.693	1.19	0.50
	2+120	2+500	0.0014	0.50	0.478	0.728	1.06	0.50
	2+500	3+130	0.001	0.50	0.52	0.77	0.94	0.50
canal san manuel R I	0+000	0+620	0.0018	0.50	0.449	0.699	1.17	0.50
	0+620	1+720	0.0015	0.50	0.47	0.72	1.09	0.50
	1+720	2+932	0.0013	0.50	0.487	0.737	1.04	0.50
canal san manuel R II	0+000	0+540	0.0027	0.50	0.405	0.655	1.36	0.50
	0+540	1+071	0.001	0.50	0.52	0.77	0.94	0.50
canal galpon	0+000	0+860	0.001	0.50	0.727	1.027	1.12	1.00
	0+860	2+191	0.0018	0.50	0.632	0.932	1.39	1.00
	2+191	2+820	0.0018	0.50	0.449	0.699	1.17	0.50
	2+820	3+574	0.0016	0.50	0.462	0.712	1.12	0.50
canal galpon R I	0+000	1+509	0.0015	0.50	0.47	0.72	1.09	0.50

## 5.5. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CANAL

Se ha creído conveniente diseñar tanto la losa lateral como la de fondo con un solo espesor, considerando así el espesor de 0.15 m para los 12226.52 m del canal, espesor elegido según el caudal que conduce para una mayor seguridad.

# DISEÑO ESTRUCTURAL DE CAJA DE CANAL

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

- = 2.75 Kg/cm<sup>2</sup> Capacidad portante del estrato ubicado en el fondo del canal
- = 1768.00 Kg/m<sup>3</sup> del talud del canal
- $\phi = 13.00^\circ$  del talud del canal

## CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO

$F'c = 175.00 \text{ Kg/cm}^2$

= 2300.00 Kg/cm<sup>3</sup>

### Espesor de losa muro:

e = 0.15 m

◆ 500.00 Kg/m<sup>2</sup>

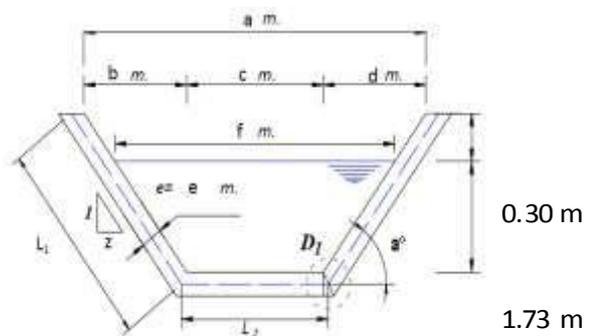
=

Caudal de diseño = 1.00 m<sup>3</sup>/s

pendiente del tramo = 1.00 ‰

## CÁLCULO ESTRUCTURAL

verificamos <  
que la presión que ejerce el peso del canal  
mas el agua sea menor que la capacidad  
portante del suelo



\_\_\_\_\_ )  
= ( ◆  
= ( \_\_\_\_\_ )  
◆ \* 1  
Al = 2 \* dis \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆

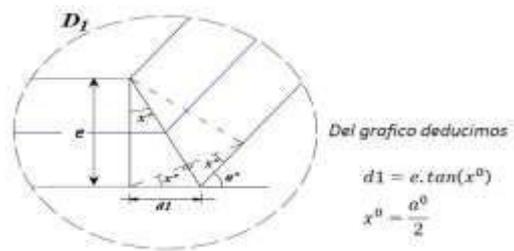
tura de eño H es:  
◆

= ◆ Y  
H = 1.10 m<sup>2</sup>

1.0274

◆ ◆ ◆ ◆ ◆ = ◆ ◆ ◆ ◆ ◆

◆ ◆ ◆ ◆ ◆ = 1 ◆ = n( ) radian



$$= \cos z = \cos 45.00^\circ = 0.7854$$

reemplazando valores tenemos:  
1.56 m

◆

=

Cálculo de L<sub>2</sub>

$$\text{◆} = \text{◆} \cdot 2 \cdot \text{◆} ; c = 0.50 \text{ m}$$

◆

$$d1 = 0.06 \text{ m}$$
$$0.56 \text{ m}$$

◆

=

Calculando el peso del concreto  
( )

$$= 2 \cdot \text{◆} \cdot \text{◆} \cdot \text{◆} \cdot \text{◆} \cdot \text{◆}$$

$$= \text{◆} \cdot (2 \cdot \text{◆} \cdot \text{◆})$$

$$= 1269.67 \text{ Kg/m}$$

Cálculo del peso del agua

$$= * \text{ ?}$$

$$= 1000.00 \text{ Kg/m}^3$$

consideramos el área hidráulica a canal lleno  
 como condición desfavorable T= abertura total del canal ---->a= 2.55 m

$$( \text{ ? } )$$

$$\text{ ? } = \text{ ? } * ( \text{ ? } )$$

$$\text{ ? } = \frac{1.57 \text{ m}^2}{1569.25 \text{ Kg/m}}$$

$$=$$

$$=$$

La presión del sistema sobre el suelo es:

$$)$$

$$= ( * 1$$

$$= 5050.27 \text{ Kg/m}^2 < = \rightarrow$$

concluimos que la estructura no fallará por asentamiento **OK!**

### A. Losa apoyada en el talud

#### A.1 Cálculo del momento de vuelco

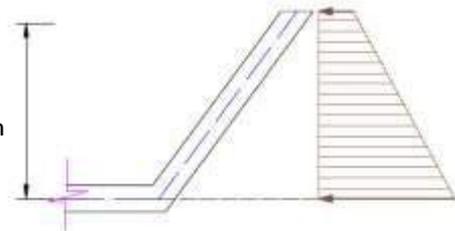
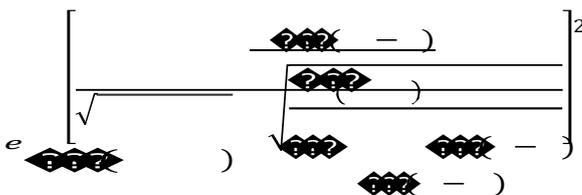
$$\frac{1}{1} ( \text{ ? } ) \text{ , } 2 \text{ } 3 * * h$$

$$= 2 * e * * * 3( 2h' )$$

$$2h$$

$$* \text{ ? } ( \text{ --- } )$$

$h =$   
 Cea: Coeficiente de empuje activo



$$=$$

Donde :

=  
=

=  
=

ángulo de fricción interna (suelo-suelo)  
 ángulo de rozamiento (suelo-losa)  
 ángulo que forma el talud superficial del terraplén  
 ángulo que forma el talud del canal

SEGÚN COULOMB:  $\delta = 0$

$\delta = 0$  corresponde a un muro con cara interna lisa.

$\delta = \phi$  supone un deslizamiento cercano a la capa interna del muro.  
 SEGÚN TERZAGHI:

—  
 — 2 —

2      3

Usamos los valores de:

$$= 13.00^\circ$$

$$= 7.04^\circ$$

$$= 0.00^\circ$$

$$= 45.00^\circ \cdot 0.378$$

$e$

=

**Cálculo de  $h'$**

para nuestro caso:

$$H = 1.10 \text{ m}$$

$$= 1768.00 \text{ Kg/m}^3$$

$$\diamond 500.00 \text{ Kg/m}^2$$

=

reemplazando valores:

$$h' = 0.28 \text{ m}$$

por lo tanto reemplazando valores para calcular el momento de volteo

$$\frac{1}{2} \cdot \left( \frac{h^2}{3} \right) \cdot \left( \frac{h}{2h'} \right)$$

$$= 2 \cdot e \cdot \frac{h}{3} \cdot \left( \frac{h}{2h'} \right)$$

\*

$$264.41 \text{ Kg-m}$$

=

A.2 Cálculo del momento resistente ( )

$$= 0.50 \cdot \frac{h^2}{e}$$

\*

$$= 296.47 \text{ Kg-m}$$

A.3 Cálculo del momento flector ( $M$ )

$$= -32.06 \text{ Kg-m}$$

SI:  $\frac{M}{1.5} < 296.47$  Entonces la losa NO requiere refuerzo

$$\frac{-32.06}{1.12} < 296.47 \text{ verificar fatiga}$$

=

En el caso que  $M_v > M_r$  y no se requiera reforzar con acero la losa, para conocer el ESPESOR "e" que debe adoptarse, se debe verificar por FATIGA y aplicar la

$$\begin{aligned}
 & \text{---} \\
 & 1.50 \\
 & = \frac{0.1}{0.15} = 0.1 \quad 0.15 \\
 & = \frac{0.06^*}{0.15} = 0.4 \\
 e = & \frac{15.00 \text{ cm}}{0.85 \text{ Kg/cm}^2} \\
 & =
 \end{aligned}$$

Escojemos el esfuerzo máximo admitido por el concreto a la tracción

$$= \frac{0.12 \cdot 21.1 \text{ Kg/cm}^2}{21.1}$$

=

—

$$= 24.56 \geq 1.5 \quad \text{OK (no necesita refuerzo)}$$

con lo que se concluye que el canal para un espesor  $e=15\text{cm}$  no necesita acero

## 5.6. DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE OBRAS DE ARTE

Para el diseño de las diferentes obras de arte se han tomado en cuenta las diversas fuerzas que actúan sobre la estructura como la fuerza que ejerce el terreno, sobre carga, móviles, el nivel freático, el relleno y teniendo en cuenta la capacidad portante del terreno a cimentar.

Los resultados de los diseños estructurales se aprecian en el anexo N°1

# **CAPITULO VI**

## **CAPITULO VI**

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **6.1 GENERALIDADES**

#### **6.2 LEY N°28611 - LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE CALIDAD AMBIENTAL**

##### **Artículo 113°.- De la calidad ambiental**

113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

- a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.
- b. Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.
- c. Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.
- d. Prevenir, controlar y mitigar los riesgos y daños ambientales procedentes de la introducción, uso, comercialización y consumo de bienes, productos, servicios o especies de flora y fauna.
- e. Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.
- f. Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, las actividades de transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de experiencias exitosas y otros medios para el mejoramiento de la calidad ambiental.

##### **Artículo 114°.- Del agua para consumo humano**

El acceso al agua para consumo humano es un derecho de la población.

Corresponde al Estado asegurar la vigilancia y protección de aguas que se utilizan con fines de abastecimiento poblacional, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden a los particulares. En caso de escasez, el Estado asegura el uso

preferente del agua para fines de abastecimiento de las necesidades poblacionales, frente a otros usos.

#### **Artículo 115°.- De los ruidos y vibraciones**

115.1 Las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones.

115.2 Los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA.

#### **Artículo 116°.- De las radiaciones**

El Estado a través de medidas normativas, de difusión, capacitación, control, incentivo y sanción, protege la salud de las personas ante la exposición a radiaciones tomando en consideración el nivel de peligrosidad de las mismas.

El uso y la generación de radiaciones ionizantes y no ionizantes están sujetos al estricto control de la autoridad competente, pudiendo aplicar de acuerdo al caso, el principio precautorio, de conformidad con lo dispuesto en el Título Preliminar de la presente Ley.

#### **Artículo 117°.- Del control de emisiones**

117.1 El control de las emisiones se realiza a través de los LMP y demás instrumentos de gestión ambiental establecidos por las autoridades competentes.

117.2 La infracción de los LMP es sancionada de acuerdo con las normas correspondientes a cada autoridad sectorial competente.

#### **Artículo 118°.- De la protección de la calidad del aire**

Las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de elementos contaminantes, debiendo aplicarse

planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente.

#### **Artículo 119°.- Del manejo de los residuos sólidos**

119.1 La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales.

119.2 La gestión de los residuos sólidos distintos a los señalados en el párrafo precedente son de responsabilidad del generador hasta su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

#### **Artículo 120°.- De la protección de la calidad de las aguas**

120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

120.2 El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reuso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

#### **Artículo 121°.- Del vertimiento de aguas residuales**

El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

#### **Artículo 122°.- Del tratamiento de residuos líquidos**

122.1 Corresponde a las entidades responsables de los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales.

122.2 El sector Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de LMP en los residuos líquidos domésticos, en coordinación con las autoridades sectoriales que ejercen funciones relacionadas con la descarga de efluentes en el sistema de alcantarillado público.

122.3 Las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes. El manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados a o a través de las entidades responsables de los servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia.

## **6.2 ACCIONES Y FACTORES AMBIENTALES**

### **6.2.1 ACCIONES**

Son aquellas actividades que causan impactos positivos o negativos en el proyecto ya sea en etapa de construcción, operación y cierre o clausura del proyecto.

- desbroce y tala
- excavación y acarreo de material
- relleno y compactado de material de préstamo
- eliminación de material excedente
- encofrado y desencofrado
- perfilado de caja de canal y o vaciado de concreto

### **6.2.2 FACTORES AMBIENTALES**

Los factores afectados son los medios más representativos del entorno, que son fácilmente identificables y cuantificables, pero no pueden ser medibles.

Los factores se clasifican en dos:

- factores del medio físico o natural
- factores del medio biótico
- factores del medio socio-económico

### **6.3 ESTRATEGIA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

El Plan de Manejo Ambiental, establecerá un sistema de control que garantice el cumplimiento de las acciones preventivas y correctivas, enmarcadas dentro del manejo y conservación del medio ambiente en armonía con el desarrollo integral y sostenido de las áreas que se incluyen en el recorrido del Proyecto.

Para lograr la implementación del Plan de Manejo Ambiental, se ha considerado necesario desarrollar una serie de acciones secuenciales que constituyen la implementación de los programas siguientes:

#### **6.3.1 PROGRAMA CORRECTIVO/PREVENTIVO**

Las medidas de mitigación que se presentan a continuación se han organizado en términos de tres componentes ambientales:

- El Medioambiente Físico.
- El Medioambiente Biológico.
- El Medioambiente Humano.

Estas medidas reducirán los impactos relacionados con el proyecto sobre los siguientes recursos:

#### **Actividades previas a la construcción de la obra**

Comprende las labores que son indispensables para empezar la operación de la construcción de la obra. En esta fase por construir, las tareas iniciales del proyecto, es donde se presentan las primeras modificaciones del ambiente. Así se tiene:

- \* Instalación de campamento
- \* Cartel de obra
- \* Traslado de equipo y materiales

Entre los elementos ambientales afectados tenemos:

- La atmósfera: Calidad del aire
- Suelos
- Paisaje
- Viabilidad y transporte

#### **Actividades durante la fase de construcción**

Comprende las actividades indispensables para la apropiada disposición de las obras. En esta fase se efectúan aquellas labores que originan mayores impactos. A continuación se detallan:

- \* Movimiento de tierra
- \* Transporte de materiales

Entre los elementos ambientales afectados tenemos:

- Hidrología y Calidad de Agua
- Suelos
- La atmósfera: calidad del aire
- Mano de obra

#### **Actividades al final de la obra**

En esta fase se toman en cuenta los impactos positivos. La cobertura final y actividad adecuada de las obras realizadas en circunstancias estables y además de la supervisión del área, por lo menos durante el tiempo similar a si se diera el caso.

Entre los elementos ambientales afectados tenemos:

- Suelos
- Paisaje

#### **Calidad de Agua Superficiales**

- Vegetación
- Fauna
- Ambiente socio – económico
- Paisaje

## **6.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

## **6.5 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

# **CAPITULO VII**

## **CAPÍTULO VII**

### **7.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **7.1.1. EXTENSIÓN DE LA ESPECIFICACIONES**

Las siguientes Especificaciones técnicas contienen las condiciones a ser aplicadas en la ejecución de las Obras de Riego.

Más allá de lo establecido en estas especificaciones, el Ingeniero Supervisor, tiene autoridad suficiente para ampliar estas, en lo que respecta a la calidad de los materiales a emplearse y la correcta metodología constructiva a seguir en cualquier trabajo.

La obra comprende la completa ejecución de los trabajos indicados en éstas especificaciones y también de aquellos no incluidos en la misma, pero que si están en la serie completa de planos y documentos complementarios (Expediente Técnico)

#### **7.1.2. PLANOS Y ESPECIFICACIONES**

El Ingeniero supervisor deberá obligatoriamente tener disponible en la obra un juego de planos y de las presentes especificaciones, quedando entendido que cualquier detalle que figure únicamente en los planos o en las especificaciones, será válido como si hubiera mostrado en ambos.

##### **Planos de Proyecto**

El trabajo a ejecutarse se muestra en los planos. Para tomar información de los planos, las cifras serán utilizadas en preferencia a los de menor escala. En todo caso, los dibujos se complementaran con las especificaciones rigiendo de preferencia lo indicado en estas. En caso de no incluirse algún ítem en las especificaciones, este estará en los planos o viceversa.

Los planos son de detalle definitivo, con excepción del plano de compuertas el cual solo representa en forma esquemática la forma, dimensiones y perfiles recomendados, en base a la cual se deberá desarrollar la ingeniería de detalle mecánico. Cada plano tiene espacios en los cuales se indicará cualquier modificación requerida en obra.

En caso de ser necesario un mayor detalle durante la construcción, este se prepara según detalle constructivo adicional, así como a la interpretación fiel o ampliación a las especificaciones.

## **Planos Complementarios**

Cuando en opinión del Ingeniero Supervisor se crea necesario explicar más detalladamente el trabajo que se va a ejecutar o es necesario ilustrar mejor la obra o pueda requerirse mostrar algunos cambios, este deberá preparar los dibujos o planos correspondientes con especificaciones para su ejecución.

Los planos complementarios obligan a ejecutar con la misma fuerza que los planos en la ejecución de la obra.

## **Planos de Post-Construcción**

Una vez concluida las obras y de acuerdo a las Normas Técnicas de Control, el Ingeniero Supervisor presentará los planos de obra realmente ejecutados que formaran parte de la Memoria Descriptiva a la entidad los cuales serán requeridos durante el proceso de Recepción de Obra.

## **Especificaciones**

Las especificaciones consisten en lo siguiente:

- Especificaciones Técnicas Generales
- Especificaciones Técnicas Particulares por partidas de obra.

Las especificaciones complementan las disposiciones generales, detallan los requerimientos para la obra y primaran cuando se presenten discrepancias.

Toda la obra cubierta en las especificaciones, pero que no se muestran en los planos o viceversa, tendrá el mismo valor como si mostrara en ambos.

Cualquier detalle no incluido en las especificaciones u omisión aparente en ellas o la falta de una descripción detallada concerniente a cualquier trabajo que deba ser realizado y materiales que deberán ser suministrados, serán considerada como que significa únicamente que se seguirá la mejor practica de ingeniería establecida y que se usara solamente mano de obra y materiales de la mejor calidad, debiendo ser esta la interpretación que se dé siempre a las Especificaciones.

### **7.1.3. NORMAS TÉCNICAS A ADOPTARSE EN LA CONSTRUCCIÓN.**

La construcción de la Obra se efectuara de conformidad con las siguientes normas

y reglamentos.

- Reglamento nacional de Construcciones
- 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)
- Norma H.I (Hidraulic Institute U.S.)
- Norma A.I.S.C. (American Institute of Steel Construction )

Si en determinadas cuestiones surgieran dudas respecto a la aplicación de Normas, la decisión de la SUPERVISIÓN es la única determinante y válida.

#### **7.1.4. MATERIALES Y EQUIPO**

##### **Generalidades**

Todos los materiales, equipos y métodos de construcción deberán regirse por las especificaciones y de ninguna manera serán de calidad inferior a las especificaciones.

El Ingeniero Supervisor empleará instalaciones, maquinarias y equipos producidos por firmas y obreros calificados. El ingeniero Supervisor, podrá rechazar los materiales o equipos que a su juicio sean de calidad inferior que la indicada, especificada o requerida.

Los equipos y accesorios, serán diseñados según las normas o estándares aplicables, serán de construcción fuerte y de resistencia suficiente para soportar todos los esfuerzos que puedan ocurrir durante la fabricación, prueba, transporte, instalación y operación.

##### **Fabricantes**

El nombre de los fabricantes propuestos para las compuertas y mecanismos de izaje, proveedores de materiales y vendedores que suministran materiales, artefactos, equipos, instrumentos u otras herramientas, serán sometidos al Ingeniero Supervisor para su aprobación. No se aprobará ningún fabricante de materiales o equipos sin que este sea de buena reputación y tenga planta de

adecuada capacidad. A solicitud del Ingeniero Supervisor, este deberá someter evidencia de que ha fabricado productos similares a los que han sido especificados y que han sido empleados anteriormente para propósitos similares por un tiempo suficientemente largo, para mostrar su comportamiento o funcionamiento satisfactorio.

Nombre, marca, número de catálogo de los artículos, instrumentos, producto, materiales de los accesorios, forma, tipo de construcción, etc. mencionados en las especificaciones, será interpretado como el establecimiento de una norma de comparación de calidad y rendimiento por la partida específica y su uso no debe interpretarse como una imitación a la competencia.

### **Estándares**

Donde quiera que se haga referencia a estándares con relación al abastecimiento de materiales o pruebas de ellos, en que se deba conformar a los estándares de cualquier sociedad, organización; cuerpo técnico se da por entendido que se refiere al último estándar, código, especificación provisional, adoptado y publicado, aunque se haya referido a estándares anteriores.

Las normas mencionadas y las definiciones contenidas en ellas, deberán tener rigor y efecto como si estuvieran impresas en estas Especificaciones.

### **Suministro**

El Ejecutor velará por el suministro de materiales en cantidad suficiente como para asegurar el rápido e interrumpido progreso de la obra, en forma de complementar dentro del tiempo indicado en el Cronograma de Obra.

### **Cuidad y Protección**

El Ejecutor será responsable por el almacenamiento y protección adecuada de todos los materiales, equipos y obra desde la época en que tales materiales y equipos son entregados en el sitio de la obra hasta la recepción final.

En todo momento debe tomarse las precauciones necesarias para prevenir perjuicio o daño por agua o por intemperismo a tales materiales, equipo y obra.

## **7.1.5. INSPECCIÓN Y PRUEBAS**

Si en la ejecución de una prueba, se comprueba que el material o equipo no está

de acuerdo con las especificaciones, el Ingeniero Supervisor ordenara paralizar el envío de tal material y/o removerlo prontamente del sitio o de obra y reemplazarlo con material aceptable.

Si en cualquier momento una inspección, prueba o análisis revela que la obra tiene defectos de diseño de mezcla, materiales defectuosos o inferiores, manufactura pobre, instalación mal ejecutada, uso excesivo o disconformidad con los requerimientos de especificación, tal obra será rechazada y será remplazada con otras satisfactoria.

Toda la inspección y aprobación de los materiales suministrados, serán realizadas por el Ingeniero Supervisor u organización de inspección.

Las pruebas de campo y otras pruebas señaladas en las especificaciones serán realizadas por el Ejecutor bajo responsabilidad del Ingeniero Supervisor.

#### **7.1.6. ESTRUCTURAS Y SERVICIOS TEMPORALES**

##### **Estructuras Temporales**

Toda obra temporal, andamios, escalera, montacargas, arriostramientos, defensas, bastidores, caminos, entubados, encofrados, veredas, drenes, canales y similares que puedan necesitarse en la construcción de las obras y los cuales no son descritos o especificados total o parcialmente, deben ser mantenidos y removidos por el Ejecutor y el será responsable por la seguridad y eficiencia de tales obras y cualquier daño que pueda resultar de su falla o de su construcción, mantenimiento u operación inadecuadas.

En todos los puntos de la obra donde sean obstruidos los accesos públicos, por acción de la ejecución de las obras requeridas, se proveerá todas las estructuras temporales o caminos para mantener el acceso al público en todo momento.

##### **Servicios temporales**

El Ingeniero Supervisor prohibirá y prevendrá que se cometa molestias en el sitio de la obra o en la propiedad adjunta y penara a cualquier empleado que haya violado esta regla.

En todo momento, se ejercitarán precauciones para la protección de personas y propiedades. Se observaran las disposiciones de seguridad de las Leyes vigentes

aplicables del Reglamento Nacional de Construcciones. Todo el Equipo Mecánico y toda causa de riesgo serán vigiladas o eliminada.

Se debe proveer barricadas apropiadas, luces rojas, señales de “Peligro” o “Cuidado” y guardianes en todos los lugares donde el trabajo constituye en cualquier forma riesgo para las personas o vehículos.

Así mismo, se mantendrá en cada lugar en donde el trabajo este en progreso, un botiquín de primeros auxilios completamente equipado y proveerá acceso rápido a este en todo momento que el personal este trabajando.

### **7.1.7. REPLANTEO DE OBRAS**

#### **Generalidades**

Todas las obras serán construidas de acuerdo con los trazos gradientes y dimensiones mostradas en los planos originales o complementarios o modificados por el Ingeniero Supervisor.

#### **Topografía**

Se deberá mantener suficientes instrumentos para la nivelación y el levantamiento topográfico en o cerca del terreno durante los trabajos, para el trabajo de replanteo. Se deberá contar con personal especializado en trabajos de Topografía.

Los topógrafos mantendrán informado al Ingeniero Residente de sus necesidades para trazos y gradiente, a fin de que se pueda entregar todos los requerimientos y medidas necesarias.

#### **Señales**

Se deberá cuidar los puntos, estacas, señales de gradientes, hitos y puntos de nivel (BM) hechos o establecidos en la obra y se restablecerá si son estropeados y necesarios.

### **7.1.8. ERRORES U OMISIONES**

Los errores u omisiones que puedan encontrarse en el Proyecto, tanto en los diseños como en metrados, se pondrán en conocimiento por escrito al Ingeniero

Supervisor y este a su vez comunicara a la Entidad Ejecutora.

#### **7.1.9. CONTROL DE AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

Esta especificación se refiere al manejo tanto de las aguas subterráneas, así como, de las aguas superficiales durante la ejecución de los diferentes trabajos especificados; por consiguiente el trabajo comprende el suministro de todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para mantener libres de agua las obras en ejecución.

El Ejecutor deberá efectuar todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones las zonas de construcción, las zonas de préstamo y demás zonas, donde la presencia del agua afecte la calidad o la economía de la construcción, aun cuando ellas no estuvieran indicadas en los planos y/o no hubiera sido determinada.

Los trabajos y obras provisionales a que se refiere esta especificación servirán para desviar, contener, evacuar y/o bombear las aguas, de modo tal que no interfieren con el adelanto de las obras por construir, ni su ejecución y conservación adecuadas.

Se deberá prever y mantener suficiente equipo en la obra para las emergencias.

#### **7.1.10. ESTRUCTURAS EXISTENTES**

##### **Responsabilidad del Residente**

El Ejecutor será responsable por todos los daños a estructuras existentes tales como postes, puentes, caminos, cercos y otras estructuras de cualquier clase encontradas durante el progreso de la obra y será responsable por daños a la propiedad pública o privada que resulte de esto.

El Ejecutor debe en todo momento y durante la ejecución de la obra, emplear método probado y ejercitar cuidado y habilidad razonable para evitar demoras innecesarias, perjuicio, daño o destrucción a instalaciones existente.

##### **Coordinación**

El Ingeniero Supervisor deberá coordinar y hacer los arreglos necesarios con los

usuarios o propietarios correspondientes a fin, de proteger o tomar las medidas que consideren aconsejables para disminuir los inconvenientes que se deriven durante la ejecución de la construcción.

### **Obras Existente**

El Ejecutor mantendrá en lo posible en servicio todas las obras existentes durante el proceso de ejecución de la obra.

#### **7.1.11. TOLERANCIAS**

Las tolerancias que se indican a continuación como admisible, no exime al Ejecutor de un tratamiento posterior de las superficies de las obras, por lo tanto, en este ítem se entenderán por tolerancias admisibles, las desviaciones usuales en la ejecución de obras utilizando los métodos modernos de construcción, salvo que en las especificaciones o en los planos se hubieran fijado condiciones especiales con respecto a las medidas que se deberán observar.

En caso de duda, el Supervisor tiene el derecho de fijar las divergencias máximas permisibles y calificar determinados ajustes como definitivos.

Toda construcción y elementos de construcción que no se atengan a las medidas exigidas con las tolerancias fijadas y la utilización de los ajustes prescritos, deberán ser modificados o demolidos y reconstruidos por cuenta del Ejecutor.

Tolerancias para la estructura de Concreto.

- La variación de las dimensiones de la sección transversal de losas, muros, columnas y estructuras similares, serán de 6 mm a 12 mm
- Variación de la vertical en las superficies de columnas, muros, y otras estructuras similares:
  - Hasta una altura de 3 m : 6 mm
  - Hasta una altura de 6 m : 10 mm
- Variación a niveles o gradientes indicadas en los planos para piso, vigas y estructuras similares.
  - En cualquier nivel o en 6 m : Máx 6 mm
  - En 12 m : 10 mm
- Variación de los tamaños y ubicación de mangas, pozas, abertura en el piso, abertura en paredes y similares será de 6 mm.

- Colocación de refuerzos en miembros a flexión muros y columnas para espesores  $d > 20 \text{ cm} + 1 \text{ cm}$ .

#### Tolerancias Permisibles para la Construcción definitiva de Canales

- a) Se permitirá como máximo desplazamiento del talud acabado respecto al eje del trazo del canal una tolerancia de + 5 cm en tangentes, + 7.5 cm, en curvas y + 1 cm en la línea de fondo. No serán permitidos cambios bruscos a efectos de recuperación del alineamiento definitivo.
- b) Variación de la altura de la caja del canal especificado: 0.5 % mas de 2 cm.
- c) La tolerancia máxima permitida en el acabado de la excavación de la caja del Canal previo el vaciado del concreto de revestimiento debe ser menor de 1 cm, con respecto a las cotas de los planos en cada progresiva del Canal.

### **7.1.12. PROTECCIONES**

Se deberá proteger las obras y al público mediante las provisiones aquí especificadas u otras que fueran necesarias.

El Ejecutor tomara las medidas de seguridad que sean necesarias para proteger la vida y la salud del personal a su servicio; designara al responsable de la seguridad de todos los equipos y elementos necesarios para las obras.

#### **Reglas de Tránsito y Señalización**

Durante la ejecución de las obras, se debe poner y mantener durante el día y en la noche especialmente, todas las barreras y/o luces, según sea el caso, para que se prevenga eficazmente contra accidentes.

Se deberá proveer barreras apropiadas, letreros especificados como “Peligro” o “Cuidado” o “Vía Cerrada”, etc., luces rojas, antorchas y guardianes para evitar accidentes en el lugar de la obra de acuerdo a normativos sobre la materia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **7.1.13. LIMPIEZA**

Después de la terminación de los trabajos se desalojará todo desperdicio, edificaciones, material fuera de uso, forma de concreto y otros materiales que se encuentren dentro o en las inmediaciones del lugar de la obra.

#### **7.1.14. TRABAJO NO AUTORIZADO O DEFECTUOSO**

Si el trabajo no alcanza los requisitos indicados en las especificaciones u ordenado por el Supervisor se considerara como defectuoso, y el Supervisor podrá ordenar que se repare y/o se reconstruya. En caso de que el Ejecutor no proceda a cumplir lo antes dicho en un término de diez (10) días, el Supervisor podrá ordenar a terceras personas que el trabajo sea reparado y lo que importe se le cobrará al Ejecutor.

Se considera como trabajo no autorizado y por consiguiente no se medirá ni se pagara, aquel que se haya ejecutado antes de haber aprobado los lineamientos y los niveles necesarios conforme a los planos; o cualquier trabajo que se haga sin autorización escrita del Supervisor, debiendo ser reparado por cuenta del Ejecutor si esto se considera necesario. No tendrá derecho el Ejecutor a percibir compensación alguna por la ejecución del trabajo rechazado ni por su reparación. La ejecución correcta del trabajo que haga después el Ejecutor conforme a los planos y especificaciones y órdenes del supervisor le serán pagados de acuerdo a los precios unitarios del Expediente Técnico.

#### **7.1.15. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS Y MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El manual de operación y mantenimiento para el canal lateral TaytaGoyo, se elaborará en coordinación con la Junta de Usuarios, quien establecerá la metodología trabajada con el PES-PSI, desarrollando talleres con los directivos, técnicos y usuarios para establecer y definir los procedimientos de operación y mantenimiento, incidiendo en esto último tal como para determinar las necesidades de mantenimiento, la programación y el cronograma de éstas actividades. Así mismo la directiva del Comité con el apoyo del personal técnico de la Junta de Usuarios elaborará el documento final para su aprobación por Asamblea General.

##### **a) Extensión del trabajo**

Para el cumplimiento de esta actividad, el Ejecutor deberá contar con el personal y equipo topográfico que permita efectuar el control permanente.

El manual de operación y mantenimiento será elaborado por el Ing. Residente con el asesoramiento de la Oficina Técnica del PSI. Previo a su presentación en el Acto de Recepción de Obra, debe contar con la aprobación del Supervisor.

**b) Medición y Pago**

Esta partida será incluida en los Gastos Generales del Presupuesto.

## **7.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **7.2.1 TRABAJOS PRELIMINARES**

#### **1.1. CARTEL DE OBRA DE 4.80 x 3.60 m**

Esta comprende la u para resistir los esfuerzos que serán sometidos, en concordancia con su altura de colocación.

Si se emplearan otros materiales, deberá tener aprobación del Ingeniero Supervisor.

#### **Forma de Pago**

Esta partida se medirá y valorizará por unidad (Und), de acuerdo a la partida de Cartel de Obra 4.80 x 3.60 m del Presupuesto y de acuerdo al detalle que se incluye en el Anexo A-6.

#### **1.2. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA y EQUIPO PESADO**

El Organismo ejecutor se encargará de las acciones y trabajos necesarios para el transporte de maquinaria, equipos, y herramientas necesarias para la ejecución de la obra, de acuerdo al cronograma de ejecución, en coordinación con el Ing<sup>o</sup> Residente y aprobación de la Supervisión.

#### **Procedimiento**

Para el transporte de la maquinaria y equipos a la Obra, el organismo ejecutor adquirirá los servicios de personas jurídicas o naturales que se dediquen al transporte terrestre, la maquinaria será transportada en camión plataforma y los equipos pueden ser transportados en camión de carrocería cerrada, se utilizarán los caminos existentes como los construidos previamente como vías de acceso a la obra, durante esta actividad se evitará causar daños a terrenos y propiedades de terceros, los cuales en caso de ocurrir serán de responsabilidad del Organismo ejecutor.

La partida comprende el 50% de movilización durante el proceso constructivo de la obra y el 50% de desmovilización que se efectuará una vez finalizado los trabajos y según los plazos del cronograma de ejecución.

#### **Herramientas y equipos**

Camión plataforma de carga y camión de transporte liviano

### **Método de medición**

La partida de “Movilización y Desmovilización” deberá incluir el costo de transporte de equipo a la zona de los trabajos.

### **Bases de pago**

El 50 % del monto ofertado, se hará efectivo cuando la maquinaria y los equipos, se encuentran operando en la obra. El 50% restante se abonará al término de los trabajos, cuando la maquinaria y equipos sean retirados de la obra, con la debida autorización del Ingeniero residente y la supervisión.

## **1.3. CAMPAMENTO DE OBRA**

Este trabajo consiste en instalar dos carpas una al inicio y la otra en canteras ya que se ubicará la maquinaria y el personal que intervendrán en la obra.

### **Procedimiento**

Para la adecuada ejecución de esta partida, se colocará la Carpa en un lugar accesible y que no entorpezca con los trabajos que se van a realizar se está considerando 02 carpas de lona para ubicar al personal que trabajará en la obra.

### **Métodos de medición**

La unidad de pago considerada será Global.

### **Bases de pago**

El pago se efectuará al precio unitario Global. Con cargo a la partida "CAMPAMENTO DE OBRA" del presupuesto aprobado, del metrado realizado y aprobado por el Ingeniero Residente; entiéndase que dicho pago constituirá compensación total por materiales, mano de obra, herramientas e imprevistos necesarios para la realización de esta partida.

## **1.4. LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO**

Esta partida consiste en la remoción y retiro de material proveniente de deslizamientos del talud superior y eliminación de bordes de tierra y vegetación formados a ambos lados de la plataforma, como consecuencia

de las lluvias y derrumbes, para efectos del metrado se ha considerado la proyección de la sección hidráulica del canal.

### **Procedimiento**

Se eliminarán todos los obstáculos como vegetación, objetos extraños y cualquier otro que pudiera dificultar las labores programadas para la ejecución de la obra, se ejecutará la limpieza y des-colmatación en el perímetro del canal existente en toda su longitud en una altura promedio de 0.10 m con la finalidad de encontrar el terreno natural sobre el cual se ejecutarán los trabajos.

### **Herramientas y equipos**

La ejecución de los trabajos se efectuará mediante el empleo de herramientas como pico, barretas, carretillas, etc.

### **Métodos de medición**

El trabajo ejecutado se medirá en m<sup>2</sup> de material removido y eliminado, medido en su posición original y por el método de áreas extremas.

### **Bases de pago**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) con el costo unitario del expediente técnico.

## **1.5. TALA Y RETIRO DE ÁRBOLES**

Esta partida consiste en la tala o corte y retiro de árboles que se encuentran en la berma del canal que obstaculicen el proceso constructivo de la obra, así como los árboles en proceso de crecimiento que por su desarrollo vegetativo afecten la estructura o revestimiento del canal por el desplazamiento de las raíces hacia la zona de concreto.

Los árboles a ser talados serán previamente señalizados de acuerdo al siguiente detalle

<b>ESPECIE</b>	<b>DIAMETRO A.P. prom (m)</b>	<b>CANTIDAD</b>
MANGO	0.80	6
POMAROSA	0.60	4
LIMON	0.20	1
EUCALIPTO	0.30	18
GUABA	0.80	109
ALGARROBO	0.90	162
		<b>300</b>

### **Procedimiento.**

Con el uso de herramientas adecuadas se procederá al corte o tala de los árboles existentes en la berma del canal, una vez que estos se encuentren caídos se procederá a seccionarlos en trozas de tamaño apropiado y clasificados por uso, formas y peso ( tallos, ramas etc.), posteriormente se procederá a apilar o arrumar las trozas para luego ser retiradas manualmente y colocadas en lugares donde no obstaculicen el proceso constructivo de la obra, las trozas clasificadas servirán para leña de consumo doméstico, y los ramas serán incineradas en lugares apropiados donde no afecte el excesivo calor a las plantas existentes,

### **Herramientas y Equipos**

La ejecución de los trabajos se realizará usando herramientas manuales tales como hacha, calabozos, palana, picos, machetes y rastrillos etc

### **Métodos de medición**

El trabajo ejecutado se medirá en Unidad por árbol talado, retirado y eliminado, medido en su posición original.

### **Bases de pago**

El pago se efectuará por unidad (und) de árbol de acuerdo con el costo unitario del expediente técnico.

## **1.6. TRAZO, REPLANTEO DE CANAL**

El ejecutor de obra realizara todos los trabajos topográficos para trazo y replanteo total de la obra, incluyendo monumentación en concreto de los Pis y los BMs y las acciones necesarias para realizar el metrado de las

actividades correspondientes al movimiento de tierras, revestimiento del canal, etc. Este trabajo consiste en materializar sobre el terreno los trabajos de topografía para el alineamiento y perfil del canal, determinando en forma precisa las medidas y ubicación de todos los elementos que existan en los planos, sus niveles, así como establecer marcas y señales fijas de referencia, además de controlar permanentemente los niveles de obra indicados en los planos.

### **Procedimiento.**

Para la adecuada ejecución de esta partida; los ejes deben ser fijados en el terreno permanentemente mediante estacas, balizas o tarjetas y deben ser aprobados previamente por la Inspección antes de iniciarse la obra. Al iniciar los trabajos en el terreno, el ejecutor está obligado a revisar el control de todos los datos topográficos indicados en los planos y corregir los mismos. Las obras de arte serán construidas de acuerdo con los trazos, gradientes y dimensiones mostradas en los planos, complementadas o modificadas por la supervisión. Cualquier modificación propuesta por el ejecutor debe contar con la aprobación del Supervisor.

### **Bases de pago**

El pago se efectuará por metro lineal del canal considerándose la longitud paralela al flujo del cauce y debiendo ser aprobado por el Ingeniero Supervisor.

## **1.7. TRAZO, REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE.**

El ejecutor de obra realizara todos los trabajos topográficos para trazo y replanteo total de la obra, incluyendo monumentación en concreto de los Pis y los BMs y las acciones necesarias para realizar el metrado de las actividades correspondientes al movimiento de tierras, revestimiento del canal, etc. Este trabajo consiste en materializar sobre el terreno los trabajos de topografía para el alineamiento y perfil del canal, determinando en forma precisa las medidas y ubicación de todos los elementos que existan en los planos, sus niveles, así como establecer marcas y señales fijas de referencia, además de controlar permanentemente los niveles de obra indicados en los planos.

### **Procedimiento.**

Para la adecuada ejecución de esta partida; los ejes deben ser fijados en el terreno permanentemente mediante estacas, balizas o tarjetas y deben ser aprobados previamente por la Inspección antes de iniciarse la obra. Al iniciar los trabajos en el terreno, el ejecutor está obligado a revisar el control de todos los datos topográficos indicados en los planos y corregir los mismos. Las obras de arte serán construidas de acuerdo con los trazos, gradientes y dimensiones mostradas en los planos, complementadas o modificadas por la supervisión. Cualquier modificación propuesta por el ejecutor debe contar con la aprobación del Supervisor.

### **Bases de pago**

El pago se efectuará por metro lineal del canal considerándose la longitud paralela al flujo del cauce y debiendo ser aprobado por el Ingeniero Supervisor.

### **1.8. DEMOLICION**

Comprende la demolición y retiro de la losa de fondo y de los muros de las Obras de arte existente (excepto el puente vehicular N° 07, que intersecta a la antigua Panamericana Norte) con la finalidad de reconstruirlos adecuadamente de acuerdo a lo especificado en los planos, para proceder al empalme con el revestimiento del canal a la salida de la estructura o partidor.

### **Procedimiento Constructivo**

La demolición se efectuará con el uso de martillo eléctrico con la finalidad de romper el elemento estructural existente, el desmonte deberá ser llevado a los botaderos señalados para este fin, para su posterior eliminación.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán martillo neumático, compresoras, comba.

### **Unidad de Medida**

El trabajo realizado será medido por metro cúbico (m3).

### **Forma de Pago**

Se efectuará al precio por metro cúbico (m3) de material demolido, el mismo que figura en el expediente técnico respectivo.

## **7.2.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Las Especificaciones contenidas en este Capítulo, serán aplicadas al movimiento de tierras en superficie, de acuerdo a lo previsto en los planos de diseño, para construcción de las obras, incluyendo los trabajos de excavaciones, rellenos y transporte de material de préstamo.

Los trabajos que comprende éste ítem abarcan el suministro, operación y mantenimiento de todos los equipos y herramientas, así como también el empleo de la mano de obra, material y combustible que fueran necesarios para realizar los trabajos.

Las excavaciones serán efectuadas según los ejes, rasantes y niveles indicados en los planos de diseño, y se llevarán a cabo aplicando medios apropiados elegidos por el ingeniero residente.

Los cambios de los niveles o líneas de excavación indicados en los planos, se realizarán previa autorización de la SUPERVISIÓN y serán efectuados por el ingeniero residente, y los costos por estos trabajos adicionales le serán reconocidos con los mismos precios unitarios. Pudiendo realizarse variaciones de trazo y niveles, de acuerdo con las condiciones que se presenten durante la excavación proyectada, previa autorización de la SUPERVISIÓN.

El ingeniero residente deberá proceder a las excavaciones, después que haya procedido al levantamiento de las secciones transversales del terreno natural aprobado por la SUPERVISIÓN. Se incluye en éste ítem, la protección de las excavaciones de todos los cortes y refines de sus taludes, así como la preparación del fondo de las excavaciones para la cimentación de las estructuras que posteriormente se emplazarán en estos lugares. En las partidas de excavaciones y rellenos, el precio unitario incluirá el costo de los trabajos de carguío del material a transportar.

## **2.1. EXCAVACIÓN DE CANAL CON MAQUINARIA**

Se realizara de acuerdo con las presentes Especificaciones y en conformidad con los alineamientos y rasantes establecidas en los planos.

### **Procedimiento de ejecución**

El procedimiento constructivo se realizará con mano de obra nivelando el terreno y adecuándolo a la rasante trazada y se regirá de acuerdo con las Especificaciones para construcción de canales de riego, en cuanto correspondan.

### **Excavación de la caja del canal**

El trazo para la excavación debe estar demarcado con yeso representando las medidas exactas del plano. Un mal trazo trae como consecuencia generalmente una sobre excavación. Se recomienda revisar las medidas de la sección indicadas en el plano antes de proceder a la excavación.

La altura de excavación de la caja del canal con fines de construcción será para canales en terraplén completo y en terraplén semi completo igual a la altura total de diseño (h). Para canales en zanja completa primero se tendrá que ver si la pendiente del terreno y la rasante es mayor de 0.5 % y el sentido de ésta. Si esto sucede entonces la altura de excavación promedio en 100 m. de trazo de canal será igual a la semi suma de las alturas correspondientes. Si en cambio la diferencia de pendiente es menor de 0.5% y tienen el mismo sentido entonces la altura de zanja será igual a la altura de diseño "h".

Procedimiento de excavación: Una correcta excavación de caja de canal a mano, que represente realmente las medidas de diseño del plano y dejen para el acabado (refine de caja) no más de 1.5" de espesor, se logra siguiendo este procedimiento:

Se excava la caja rectangular central una rotura "hp", y un ancho de "b" de plantilla.

Luego se procede a excavar los taludes en forma correcta. Con este procedimiento se asegura dar las dimensiones de diseño al canal.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán un minicargador de 71 hp brazo excavador y cargador frontal, etc.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida será en metros cúbicos (m3).

### **Bases de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados a precios unitarios por m3 de terreno cortado y excavado, según el costo estipulado en el expediente técnico para esta partida.

## **2.2. EXCAVACIÓN MANUAL PARA OBRAS DE ARTE**

Estos trabajos comprende el suministro de mano de obra y herramientas que sean necesarias para realizar los trabajos de excavaciones, las excavaciones se adaptarán a las exigencias específicas de la obra y se refiere al movimiento de todo el material y de cualquier naturaleza que debe ser removido para proceder a la construcción de las estructuras.

### **Procedimiento de ejecución**

El procedimiento constructivo se realizará con mano de obra nivelando el fondo de la cimentación rebajando las protuberancias hasta alcanzar los niveles especificados en los planos, cuando la estabilidad de las paredes de las excavaciones lo requiera deberán entibarse los muros, se debe tener en cuenta de no producir alteraciones en la consistencia del terreno natural de base.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán picos, palas, buguies, etc.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida será en metros cúbicos (m3).

### **Bases de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados a precios unitarios por m3 de terreno cortado y excavado, según el costo estipulado en el expediente técnico para esta partida.

### **2.3. RELLENO DE CANAL COMPACTADO C/MATERIAL DE PRÉSTAMO**

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales, equipos y la ejecución de las operaciones necesarias para colocar y/o compactar los materiales de relleno sobre una superficie previamente preparada, con la finalidad de elevar el nivel del terreno hasta las cotas requeridas para la construcción de explanaciones del canal, según lo indicado en los planos. Se incluye en ésta partida los costos de transporte a la zona requerida del material de préstamo. Así mismo comprende la ejecución de las operaciones necesarias para preparar la superficie del terreno en función de los terraplenes.

#### **Procedimiento**

Antes de proceder a colocar el material de relleno, la superficie del terreno será escarificada de manera que el suelo quede completamente suelto y desmenuzado hasta una profundidad no menor que la indicada en los planos. Todas las raíces y residuos grandes que queden sobre la superficie serán retirados y colocados a una distancia de veinticinco (25) metros en la forma y lugar que indique el Ingeniero residente y/o Supervisor. Las irregularidades que pudieran quedar después de esta operación serán eliminadas mediante el equipo de nivelación adecuado de manera de conformar una superficie sensiblemente plana con desniveles máximos de diez (10) centímetros en cualquier tramo de diez (10) metros.

Una vez concluida la preparación de la superficie de fundación el material de relleno será extendido en cantidades suficientes para obtener capas horizontales de espesor menor de veinte (20) centímetros después de compactado, la compactación será realizada cuando el material presente una humedad adecuada hasta alcanzar una densidad no menor de noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima obtenida por el método Proctor Estándar empleando para ello el equipo adecuado según la naturaleza del material de relleno.

En caso de que los materiales a utilizar presenten características notoriamente diferentes, estos deberán ser mezclados para obtener la uniformidad necesaria.

El material de relleno estará constituido por material seleccionado obtenido de una mezcla de 50% de material de afirmado proveniente de la cantera indicada en el Capítulo I (1.4.9) y 50% del material excavado y zarandeado, esta ésta mezcla no contendrá piedras mayores de diez (10) centímetros, así como tampoco estará constituido por arcillas o limos uniformes, no deberán contener materia orgánica, raíces, etc., en cantidades perjudiciales.

En general, todos los rellenos de las explanaciones serán construidas con material proveniente de las excavaciones, o cortes del terreno contiguo al lugar de relleno, y que pueda ser colocado directamente sobre este durante las operaciones de excavación sin necesidad de efectuar traslado de materiales.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán picos, palas, buguies, plancha compactadora.

### **Unidad de Medición**

Las explanaciones compactadas serán medidas en metro cúbicos (m<sup>3</sup>), para tal efecto se procederá a determinar los volúmenes compactados de acuerdo a los planos o a lo ordenado por el Ingeniero Residente o Supervisor empleando el método del promedio de las áreas extremas entre estaciones de veinte metros (20m) o las requeridas según la configuración del terreno a partir de las secciones del terreno desmontado y desbrozado antes de iniciar el trabajo.

### **Bases de Pago**

El pago es por metro cúbico, se considerará el volumen obtenido de relleno total según avance en obra, aplicando el precio unitario del expediente técnico.

## **2.4. RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO**

Estos trabajos comprenden el suministro de mano de obra, equipo, material (agua) y herramientas que sean necesarias para realizar los trabajos de relleno, se refiere al movimiento de tierra para rellenar todos los espacios

excavados que no han sido ocupados por las cimentaciones así como también para la formación de bermas de emplearse en las obras de arte.

### **Procedimiento de ejecución**

El procedimiento constructivo se realizará con mano de obra colocando el material de relleno, este no contendrá materia orgánica ni elementos inestables o de fácil alteración, el relleno se ejecutará hasta la superficie del terreno circundante teniendo en cuenta los asentamientos que puedan producirse, se compactará por medios apropiados y aprobados por el responsable de la ejecución, de modo que las características mecánicas sean similares a las del terreno primitivo, si el contenido de humedad del terreno fuese inferior al exigido por su compactación óptima se mojará y removerá el suelo hasta uniformizar el contenido de agua requerida.

Por lo general se deberá alcanzar una densidad de compactación equivalente al 95% de la densidad del proctor estandar.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán picos, palas, buguies, apisonadores etc.

### **Bases de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados a precios unitarios por m<sup>3</sup> de relleno, según el costo estipulado en el expediente técnico.

## **2.5. PERFILADO Y REFINE DE CAJA DE CANAL**

Se realizará de acuerdo con las presentes Especificaciones y con la conformidad del alineamiento y rasante establecidas en los planos.

### **Procedimiento de ejecución**

El procedimiento constructivo se realizará con mano de obra perfilando la caja del canal trapezoidal, adecuándolo para la realización del revestimiento respectivo, se regirá de acuerdo con las especificaciones para construcción de canales de riego, en cuanto correspondan.

El trazo para el perfilado debe estar demarcado por cerchas de madera las cuales serán previamente fabricadas representando las medidas exactas del plano. Una mala disposición y alineación de las cerchas trae como

consecuencia generalmente una caja de canal con ondulaciones con lo cual no se cumpliría con llevar el caudal proyectado a través del mismo. Se recomienda revisar las medidas del plano durante las labores del perfilado. Con este procedimiento se asegura dar las dimensiones de diseño al canal.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán picos, palas, buguies, cerchas, etc.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida será en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

### **Bases de Pago**

Los trabajos descritos en esta partida serán pagados a precios unitarios por m<sup>2</sup> de sección de canal perfilado, según el costo estipulado en el expediente técnico para esta partida.

## **2.6. ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE**

Esta partida comprende los trabajos de acarreo y eliminación de material de material excedente, proveniente de la excavación y de la demolición de estructuras.

El acarreo, consiste en el retiro de material de los cortes que resulte excedente y de material inservible, el material será depositado en lugares donde no ocasione dificultades a terceros, para luego ser evacuados y depositado fuera de las parcelas.

La eliminación de material, comprende la eliminación del material excedente proveniente de la excavación en terreno normal, donde se ejecutará el revestimiento.

### **Procedimiento**

El acarreo del material consiste en el traslado del material producto del corte en terreno natural, y depositado en lugares adecuados hasta donde pueda ingresar la maquinaria para su evacuación correspondiente esta labor se ejecutará manualmente empleando mano de obra.

La eliminación se efectuará con ayuda de un mini cargador que alimentará a los volquetes del material a eliminar. Con la finalidad de eliminar los restos

que no puedan ser cargados mecánicamente se empleará mano de obra, quienes lo harán en forma manual utilizando herramientas manuales (pico, pala y buguies).

### **Herramientas y equipos**

Se usará un Camión volquete de 10 m<sup>3</sup> con cargador frontal, picos, palas y buguies.

### **Método de medición**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material acarreado y apilado.

### **Bases de Pago**

El pago se realizara por metro cúbico (m<sup>3</sup>), teniendo como base los importes de los costos estipulados en el expediente técnico aprobado

## **2.7. MEJORAMIENTO DE CAMINOS DE SERVICIO**

Esta partida consiste en la limpieza y conservación, durante la ejecución de la obra, de las vías de acceso a la zona donde se ejecutarán los trabajos de mejoramiento del canal.

### **Método de ejecución**

Se procederá a limpiar de maleza, barro, material suelto, etc. a los caminos de acceso al canal, que crucen parcelas de los agricultores se mejorarán colocando una capa de 0.20m de hormigón para que esta no sea deteriorada por el paso de la maquinaria pesada (volquete, cargador frontal). Donde existe bacheo en el área de ejecución de los proyectos estos serán rellenados con hormigón y explanados con motoniveladora en un ancho promedio de 4.00m.

### **Herramientas y equipos**

Se utilizan herramientas manuales como machete, palana, escobas, rastrillos, volquete, tractor oruga.

### **Forma de pago**

Será pagado por metro (m) de terreno limpiado y conservado, de acuerdo al costo unitario de la partida "Mejoramiento de caminos de servicio".

## **2.8. TRANSPORTE DE AGUA**

Esta partida consiste en el abastecimiento de agua en la obra para lo cual se proveerá de la mano de obra y herramientas necesarias para este fin.

### **Método de ejecución**

La calidad del agua deberá cumplir lo especificado en los materiales requeridos para la elaboración de concreto. Se procederá a transportar el agua desde el lugar de almacenamiento hasta el lugar donde se están ejecutando los trabajos de compactación de material y concreto, que son las actividades requieren este insumo, el acarreo se puede hacer en botes herméticos o abiertos teniendo cuidado que el agua no se derrame en el trayecto, depositándose en cilindros para su posterior uso.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán baldes, bidones, bolsones plásticos buguies etc.

### **Forma de pago**

Será pagado por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de agua transportada, de acuerdo al precio unitario de la partida “transporte de agua”.

## **7.2.3 OBRAS DE CONCRETO**

Esta sección establece las prescripciones técnicas para las construcciones de concreto incorporadas en las obras en superficie, tal como se especifica en esta sección y como lo indica en los planos. Los trabajos incluyen el suministro de equipos, materiales y mano de obra necesaria para la dosificación, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del concreto; encofrados, suministros y/o colocación del acero de refuerzo y accesorios especificados si se diera el caso.

### **Requisitos del Concreto**

Los trabajos de concreto se ejecutarán de conformidad a las Especificaciones Técnicas, establecidas por los siguientes códigos y normas:

- ✓ ACI 318 Building Code Requirements
- ✓ Concrete Manual del Bureau of Reclamation (VII Edición)
- ✓ Normas ASTM
- ✓ Reglamento Nacional de Construcciones

- ✓ Normas ITINTEC (Normas 339, 036, 339, 033, 339, 034)

La calidad del concreto, cumplirá los requisitos de resistencia a la rotura a los 28 días ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ) especificada en los planos de diseño y durabilidad expresada por la relación agua/cemento.

La resistencia especificada a la rotura por compresión en  $\text{kg/cm}^2$ , se determinará mediante ensayos de cilindros estándar de 15 x 30 cm. fabricados y ensayos de acuerdo con la norma ASTM C-39, siendo los resultados de rotura interpretados según las recomendaciones del ACI 214, a los 28 días de edad. El número de muestras deberá ser como mínima de dos (02) probetas en la edad de control de la resistencia a la rotura especificada en los planos de diseño.

## **MATERIALES**

### **Cemento**

El cemento Portland para todo el concreto, mortero y "grout", debe cumplir con las Especificaciones ASTM C - 150 Tipo MS.

En caso de constatarse la presencia de sulfatos o cloruros en concentraciones tales que puedan atacar al concreto, se utilizará cemento Tipo V ó el recomendado por la Norma.

Se efectuarán pruebas de falsa fragua de acuerdo con las Especificaciones ASTM C-451.

El cemento será probado en cuanto a la fineza, tiempo de fragua, resistencia a la compresión, falsa fragua, análisis químico, incluyendo álcalis y composición. El porcentaje total de los álcalis no será mayor a 0.6%, para el caso en que los agregados presenten características reactivas al ser ensayados de acuerdo a las Normas ASTM C - 227.

Cada lote de cemento en bolsa, deberá ser almacenado para permitir el acceso necesario para su inspección o identificación y deberá estar adecuadamente protegido de la humedad. El cemento deberá estar libre de grumos o endurecimientos debido al almacenaje prolongado. En caso de encontrarse que el cemento contenga grumos por haberse alargado el tiempo de almacenaje o contenga materiales extraños, el cemento será

tamizado por una malla N° 100 estándar.

Cualquier volumen de cemento mantenido en almacenaje por periodos superiores a los 90 días, deberá ser probado por cuenta del Ejecutor antes de su empleo en la obra.

El costo de la adquisición del nuevo cemento será cubierto por el Ejecutor, en caso la pérdida sea provocada por razones imputables al Ejecutor. El Supervisor podrá pedir los certificados de pruebas de cemento de la fábrica durante el desarrollo de la obra, e indicar su conformidad o no de lo que se está recibiendo sin embargo, la aceptación de cemento en planta, no elimina el derecho del Supervisor, de probarlo en cualquier momento durante la ejecución de la obra.

### ***Agregado Fino (Arena)***

La arena para la mezcla del concreto y para usos como mortero, será arena limpia, de origen natural, con un tamaño máximo de partículas de 3/16 y cumplirá con lo indicado en la norma ASTM C-33. La arena será obtenida de depósitos naturales o procesada en el sitio de la obra o una combinación de ambos.

La arena deberá consistir de fragmentos de rocas duras, fuertes, densas y durables.

El porcentaje de sustancias dañinas en la arena no excederá a los valores siguientes:

<b>MATERIAL DAÑINO</b>	<b>% PESO</b>
Material que pasa por la malla N° 200 ( ASTM C – 117)	0.5
Material Ligero (ASTM C – 330)	0.5
Grumos de Arcilla	0.5
Otras Sustancias Dañinas	1.0

El Supervisor podrá someter la arena para mezclas de concreto, a pruebas determinadas por el ASTM, para las pruebas de agregados de concreto tales como:

**Prueba de color para detectar impurezas orgánicas designación ASTM C- 40**

El color del líquido de la muestra no será más oscuro del color estándar de referencia.

**Gravedad específica (designación ASTM C – 128)**

La gravedad específica no será menor de 2.40.

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

Las partes retenidas en la malla N° 50 después de 5 ciclos, no mostrará una pérdida pesada promedio de más del 10% por peso.

**Prueba de arena equivalente (método de prueba en la División de Caminos de California, N° 217).**

El valor equivalente de arena no será menor de 80.

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada y al ser aprobada por medio de mallas estándar (designación ASTM C – 136) deberá cumplir con los límites siguientes:

<b>Malla N°</b>	<b>Dimensión de la Abertura Cuadrada</b>	<b>Porcentaje en Peso que Pasa</b>
4	4.80	95-100
8	2.40	80-100
16	1.20	50-85
30	0.76	25-60
50	0.30	10-30
100	0.15	02-10

El módulo de fineza de la arena estará dentro del rango de 2.40 a 2.90; sin embargo, el módulo de fineza no excederá de 3.0 y el promedio de quince pruebas consecutivas no presentarán un cambio mayor de 0.20.

El Supervisor hará un muestreo y probará la arena según sea empleada en la obra, la arena será considerada apta si cumple con las especificaciones y las pruebas que efectúe el Supervisor.

Si los agregados finos provenientes de canteras ubicadas en la zona del Proyecto no cumplen las especificaciones descritas en este acápite, pero que a través de la ejecución de pruebas especiales demuestren producir concreto de la resistencia y durabilidad requerida, serán utilizados con autorización del Supervisor.

### **Agregado Grueso**

Los agregados gruesos consistirán de fragmentos de roca ígnea duros, fuertes, densos y durables, sin estar cubiertos de otros materiales.

El agregado grueso para la mezcla del concreto estará constituido por grava natural, grava partida, piedra chancada o combinación de ellas con dimensión mínima de 3/16" y dimensión máxima de 3".

El % de sustancias dañinas de cualquier tamaño de los agregados no excederá los valores siguientes:

<b>MATERIAL DAÑINO</b>	<b>% PESO</b>
Material que pasa por la malla N° 200 (ASTM C – 117)	0.5
Material Ligero (ASTM C – 330)	2.0
Grumos de Arcilla (ASTM C – 142)	0.5
Otras Sustancias Dañinas	1.0

El agregado proveniente de chancado de piedra o rocas estará en función de los requerimientos de la dosificación de la mezcla de concreto, es decir que el volumen y características del material suministrado estará en función de los requerimiento del concreto a utilizar en la obra.

La cantidad total de sales solubles del agua no excederá a 1,500 ppm. Los sólidos en suspensión no excederán a 1,000 ppm. Y las sales de magnesio expresadas como Mg no excederán a 150 ppm. El ph del agua para mezcla y curado del concreto, no será menor a 5.5 ni mayor de 8.5.

Los agregados gruesos deberán cumplir los requisitos de las pruebas siguientes que pueden ser efectuados por el Supervisor cuando lo considere necesario:

### **Prueba de los Angeles (designación ASTM C-131)**

La pérdida en peso, usando una graduación representativa del agregado grueso a emplearse, no debe superar al 10 % en peso para 100 revoluciones o 40 % en peso a 500 revoluciones.

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

Las pérdidas promedio, pesadas después de 5 ciclos, no deberán exceder el 14 % por peso.

### **Gravedad específica (designación ASTM C127)**

La gravedad específica no será menor a 2.6, los agregados gruesos para concretos deben ser separados en las siguientes clases:

<b>Clase</b>	<b>Intervalo de Dimensiones</b>	<b>% en Peso Mínimo Retenido 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"

La granulometría del agregado grueso para cada tamaño máximo especificado cumplirá con la norma ASTM C – 33.

Los agregados gruesos de los tamaños especificados luego de pasar por las mallas finales estarán compuestos de tal manera que al hacer las pruebas en las mallas designadas en el cuadro siguiente, los materiales que pasen las mallas de prueba de tamaño mínimo, no excederá el 2% por peso y todo el material deberá pasar la malla de prueba de tamaño máximo.

<b>Tamaño Nominal</b>	<b>Para Prueba Tamaño Mínimo</b>	<b>Para prueba Tamaño Máximo</b>
¾"	Nº 5	1"
1"	5/8"	2"
1 ½"	1 ¼"	4"

Las mallas para efectuar la prueba indicada, cumplirán con las especificaciones ASTM E – 11, con respecto a las variaciones permisibles en las aberturas promedio.

Si los agregados gruesos provenientes de canteras ubicadas en la zona del Proyecto, no cumplen las especificaciones exigidas, pero que a través de la ejecución de pruebas especiales, demuestran que producen concreto de la resistencia y durabilidad adecuadas, pueden ser utilizados con la autorización del Supervisor.

### **Aditivos**

El uso de aditivos en el concreto (incorporadores de aire, plastificantes retardadores, aceleradores, endurecedores, etc) puede ser permitido en la fabricación del mismo, adicionándolos racionalmente a la mezcla siempre que sea necesario, en proporciones definidas por el Ejecutor y aprobadas por el Supervisor, en base a ensayos de laboratorios.

Cuando se requiera o se permita el uso de aditivos, éstos cumplirán con las normas apropiadas tales como:

- ✓ Aditivos incorporados de aire ASTM 260
- ✓ Aditivos como aceleradores, retardadores, plastificantes o reductores de agua ASTM 494.

Los aditivos tendrán la misma composición y se emplearán con las proporciones señaladas en los diseños de mezclas. No se permitirá el empleo de aditivos que contengan cloruro de calcio en zonas en donde se embeban elementos galvanizados o de aluminio.

### **Agua**

El agua para mezcla y curado del concreto, será limpia, libre de cantidades dañinas de sales, aceites, ácidos álcalis, materia orgánica o mineral y otras impurezas que puedan reducir la resistencia, durabilidad o calidad del concreto.

El agua no contendrá más de 300 ppm del ión cloro, ni más de 3,000 ppm de sales de sulfato expresados como SO<sub>4</sub>. La mezcla no contendrá más de 500 mg de ión cloro por litro de agua, incluyendo todos los componentes, de la mezcla, ni más 500 mg de sulfatos expresados como SO<sub>4</sub> incluyendo

todos los componentes de la mezcla, con excepción de los sulfatos del agregado grueso con el tipo de estructura que será vaciada.

### **DISEÑO Y PROPORCIÓN DE MEZCLAS**

El contenido de cemento requerido y las proporciones más adecuadas de agregado fino y grueso para la mezcla, con el fin de lograr la resistencia, impermeabilidad y otras propiedades requeridas por el diseño, será determinado por pruebas de laboratorio, durante las cuales se prestará especial atención al requisito que la masa de concreto sea uniforme y de fácil trabajabilidad.

El Ejecutor diseñará las mezclas de concreto por peso, sobre la base de las siguientes consideraciones:

<b>f'c kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Relación Máxima Agua - Cemento</b>	<b>Slump (Pulgadas)</b>	<b>Tamaño Máximo Agregado</b>
175	0.628	3"	3/4"
210	0.558	3"	3/4"

Los ensayos se harán con suficiente anticipación con el fin de disponer de resultados completos y confiables antes de comenzar la construcción de las obras de concreto.

La proporción de mezclas puede ser modificada, de acuerdo a requeridos de la calidad de la obra y en función a resultados de resistencia obtenidos en Laboratorio. Los materiales propuestos para la fabricación de concreto serán seleccionados por el Ejecutor con suficiente anticipación al tiempo en que serán requeridos en la obra y presentará al Supervisor muestras adecuadas de los materiales propuestos con la anticipación oportuna al tiempo que serán empleados en la mezcla para la preparación del concreto. Estas muestras serán en suficiente cantidad para permitir efectuar el número de pruebas que sea necesario para determinar la conveniencia y las proporciones de los materiales.

La determinación de la resistencia a la compresión, en kg/cm<sup>2</sup> se efectuará en cilindros de prueba de 6" x 12", de acuerdo con la Norma ASTM C-39.

Las pruebas y análisis de concreto, serán hechas por el Ejecutor a intervalos frecuentes en número de seis (6) a los 7 y 28 días, y las mezclas empleadas podrán ser cambiadas siempre y cuando se justifique por razones de economía, facilidad de trabajo, densidad, impermeabilidad, acabado de la superficie, resistencia 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.

El Ejecutor podrá utilizar proporciones de mezcla que produzcan concreto de la misma calidad que las proporciones hasta entonces determinadas por él y aprobadas por el Supervisor, que se reemplazarán al diseño siempre y cuando se compruebe su calidad con el requerimiento del Proyecto y que cualquier resultado del aumento/reducción de costo proveniente de estos cambios sea por cuenta del Ejecutor.

El Ejecutor proporcionará facilidades para el muestreo del concreto.

## ***PREPARACIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN DEL CONCRETO***

### ***Preparación***

El Ejecutor proporcionará 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 volumen, o por bolsa. En este último caso, las bolsas serán de 42.5 Kilos netos y las tandas serán proporcionadas para contener un número entero de bolsas. Todos los agregados serán incluidos en la mezcla con una precisión de 3% del peso o volumen, haciendo la debida compensación para la humedad libre y absorbida que contienen los agregados.

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

Los aditivos serán incluidos en la mezcla según procedimientos establecidos, de acuerdo con los ensayos realizados en obra y/o recomendaciones del fabricante.

La relación agua – cemento, no variará durante las operaciones de mezcla en más de + 0.02 del valor obtenido a través de la corrección de la humedad y absorción.

Antes de utilizar materiales de mezcla para el Concreto, el Ejecutor hará por su propia cuenta las pruebas necesarias de los implementos de medición y pesado sobre toda la amplitud de medidas que involucran las operaciones de mezclado, y efectuará pruebas periódicas de allí en adelante hasta la finalización de la obra.

Las pruebas serán efectuadas en presencia del Supervisor, siendo adecuadas para demostrar la precisión de los aditamentos de medida. A menos que se requiera, las pruebas del equipo en operación, serán efectuadas una vez al mes. El Ejecutor efectuará los ajustes, reparaciones o reemplazos necesarios para cumplir con los requisitos especificados de precisión de medida.

Los tanques de agua de los mezcladores portátiles, serán construidos en forma tal que el indicador que registra la cantidad de agua, descargada por tanda, esté dentro de los límites especificados de precisión.

Los mecanismos de operación en los aditamentos de medida para el agua y aditivos, serán tales que no se presenten filtraciones cuando las válvulas estén cerradas.

Cuando sea necesario agregar aditivos en la mezcla, éstos serán cargados como solución, y dispersados automáticamente o por algún aditamento de medida.

Todos los equipos de mezcla, serán interconectados de forma tal, que no pueda iniciarse un nuevo ciclo de pesadas hasta que todas(s) la(s) tolva(s) estén totalmente vacías y la compuerta de descarga de la tolva no podrá abrirse, hasta que los pesos correctos de materiales estén en la(s) tolva(s) de mezcla, y las compuertas de descarga no podrán cerrarse hasta que todos los materiales sean completamente descargados de la tolva. Si el agua se incorpora a la mezcla por peso, las válvulas de agua estarán interconectadas en forma tal, que la válvula de descarga del agua no pueda abrirse hasta que la válvula de llenado esté cerrada.

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

- ✓ Para mezcladora con capacidad de 1.5 m<sup>3</sup> o menor, como mínimo 1.5 minutos.
- ✓ Para mezcladora con capacidad mayor de 1.5 m<sup>3</sup> se aumentará 15 segundos por cada metro cúbico adicional o fracción.
- ✓ El tiempo de mezcla se aumentará si la operación de carguío y mezcla, deja de producir una tanda uniforme.
- ✓ La mezcladora girará a velocidad uniforme de por lo menos doce revoluciones completadas por minuto, después que todos los materiales, incluyendo el agua, se encuentren en el tambor. Las mezcladoras no serán cargadas en exceso de su capacidad indicada.
- ✓ El tiempo de mezclado podrá prolongarse más allá del período mínimo especificado, siempre y cuando el concreto no se convierta en una sustancia muy rígida para su colocación efectiva y consolidación, o no adquiera un exceso de finos debido a las acciones moledoras entre los materiales en la mezcladora.

Cada tanda de concreto, será completamente vaciada de la mezcladora, antes de volver a carga está, y el interior del tambor será mantenido limpio y libre de acumulación de concreto endurecido o mortero.

La variación de las mezclas con el aumento de agua adicional, cemento, arena o una combinación de estos materiales estará prohibida.

Cualquier mezcla que por haberse mantenido durante mucho tiempo en la mezcladora, se haya convertido en muy densa para su colocación efectiva y consolidación, será eliminada.

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

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

### ***Transporte, Colocación y Compactación del Concreto***

El concreto será transportado al lugar de la obra, en estado plástico y lo más rápido posible, por métodos que impidan la separación o pérdida de ingredientes, y de manera que aseguren la obtención de la calidad requerida para el concreto.

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

- ✓ Mezcladoras portátiles, agitadoras y unidades no agitadoras y su forma de operación, cumplirán con los requisitos aplicables de las “Especificaciones para concreto pre – mezclado” ( ASTM C – 94)
- ✓ El Ejecutor deberá, además, tomar las precauciones necesarias, para evitar una pérdida excesiva de humedad del concreto por evaporación durante el transporte y colocación o problemas de alteración de la mezcla debiendo a las temperaturas altas.
- ✓ Las canaletas o “chutes” tendrán una pendiente que no produzca la segregación del concreto. Las canaletas o conductos de más de 6 m de longitud, y los ductos que no cumplan con los requisitos pendientes, podrán emplearse, siempre que descarguen a una tolva antes de su distribución.

Antes de vaciar concreto, las cerchas o encofrados verticales u horizontales y el acero de refuerzo deberán ser inspeccionados por el Supervisor en cuanto a posición, estabilidad y limpieza. El concreto endurecido y los materiales extraños, deberán ser removidos de las superficies interiores de los equipos de transporte. El encofrado deberá estar terminado y haberse asegurado en su sitio los anclajes, material para juntas de dilatación y otros materiales empotrados. La preparación completa para el vaciado deberá haber sido verificada por el Supervisor.

No será permitido añadir agua a la mezcla de concreto después de la descarga desde la mezcladora, sea durante la carga de bomba, o a la salida de la tubería de transporte de concreto.

Las superficies de roca contra las que será colocado el concreto, serán limpiadas a chorro de aire y/o agua y estarán libres de aceites, desmonte, viruta, arena, grava y fragmentos sueltos de roca y otros materiales o capas dañinas al concreto.

El Ejecutor deberá solicitar al Supervisor autorización, antes del inicio de cada vaciado de concreto.

El concreto será mezclado tan cerca como sea posible de su posición final, para evitar la segregación debido al manipuleo y flujo del concreto. El concreto no estará sujeto a ningún procedimiento que produzca segregación.

Los “chutes” y canaletas se utilizarán para caídas mayores de 1.50 m. El concreto será vaciado a un ritmo tal, que todo concreto de la misma tanda sea depositado sobre concreto plástico que no haya tomado su fragua inicial aún.

El concreto será manipulado en forma adecuada hasta la terminación del vaciado en capas de un espesor tal, que ningún concreto sea depositado sobre concreto que haya endurecido suficientemente como para causar la formación de vetas o planos de debilidad dentro de la sección. Si la selección requiere vaciarse en forma no continua, se ubicarán juntas de construcción en los planos. El vaciado será llevado a cabo a un ritmo plástico. El concreto que se haya endurecido parcialmente o haya sido contaminado por sustancias extrañas, no será depositado.

Los aditamentos en los encofrados serán retirados, cuando el vaciado de concreto haya llegado a una elevación que indique que su servicio ya no sea necesario. Podrán permanecer empotrados en el concreto sólo si son fabricados de metal o concreto.

La colocación o vaciado de concreto en elementos apoyados, no se iniciará hasta que el concreto vaciado anteriormente en los muros o elementos de apoyo, deje de ser plástico.

Ningún concreto se colocará dentro o a través de agua, salvo en casos muy excepcionales y previa aprobación del Supervisor, en cuyo caso, el

colocado se efectuará usando tubos trompa y todas las filtraciones que aparezcan en los frentes rocosos contra los que se vaciará el concreto, serán controladas antes de iniciar el vaciado.

Todos los vaciados de concreto serán plenamente compactados en su lugar, por medio de vibradores del tipo de inmersión, complementando por la distribución hecha por los albañiles con herramientas a mano, tales como esparcimiento, enrasado y apisonado, según sea necesario.

La duración de la vibración estará limitada al mínimo necesario para producir la consolidación satisfactoria sin causar segregación. Los vibradores no serán empleados para lograr el desplazamiento horizontal del concreto dentro de los encofrados. El propósito de la vibración es exclusivo para asegurar la consolidación del concreto.

Los vibradores mecánicos deberán ser compatibles con las dimensiones de las estructuras en ejecución y de los encofrados utilizados, y deberán ser operados por trabajadores competentes.

Los vibradores serán insertados y retirados en varios puntos, a distancias variables de acuerdo con su diámetro. En cada inmersión, la duración será suficiente para consolidar el concreto, pero no tan larga que causa la segregación, generalmente, la duración estará entre los 5 y 15 segundos del tiempo.

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 Ejecutor 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 superior 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 protuberancias, rebabas y defectos similares. Los defectos menores serán reparados, rellenando con mortero y enrasado según procedimientos de construcción normales. Los defectos más serios serán picados a la profundidad indicada, rellenados con concreto firme o mortero compactado y luego enrasado para conformar una superficie llana.

Las superficies que no estén expuestas al término de la obra, serán niveladas y terminada en forma que produzcan superficies uniformes con irregularidades que no excedan 3/8". El tipo de acabado para la superficie, será caravista.

Toda reparación en el concreto, reemplazo o eliminación de imperfecciones en la superficie, será durante un tiempo mínimo de 7 días, teniéndose especial cuidado en las primeras 48 horas. Los procedimientos para el curado del concreto, deberán ser específicamente a través de los ensayos de eficiencia ejecutados en el laboratorio de la obra, tanto en cuanto al tipo de curado (aspersión de agua, pozas o compuestos químicos) y la definición de los tiempos de inicio y fin de la operación de curado, dependiendo del tipo de cemento y mezcla a ser empleado en la obra.

Uno de los materiales o métodos siguientes podrán ser utilizados:

- ✓ Empozamiento de agua por medio de "arroceras" o rociado continuo de agua.
- ✓ Material absorbente que se mantenga continuamente húmedo.
- ✓ Arena u otro tipo de cobertura que se mantenga continuamente húmeda

Inmediatamente después del curado inicial y antes que el concreto haya secado, se continuará con el curado adicional por alguno de los siguientes Continuación del método utilizado en el curado inicial.

- ✓ Papel impermeable que cumpla las "Especificaciones para papel impermeable para curado de concreto (ASTM C – 171)
- ✓ Arena u otro tipo de cobertura que comprobadamente tenga la

humedad.

Para el canal y las obras de arte, el curado se efectuará con un compuesto líquido especial para el curado de concreto el cual se aplicará puro mediante el uso de un equipo pulverizador, la aplicación se realizará inmediatamente después que el agua superficial haya desaparecido teniendo cuidado de lograr una película de protección continua y consistente, en el caso de superficies verticales, inmediatamente después de retirar el encofrado las superficies se lavarán con agua limpia y pulverizar el producto en forma uniforme.

Se tendrá en cuenta el rendimiento de aplicación del producto que debe ser de 180 a 200 gr por m<sup>2</sup>, el almacenamiento debe ser en un lugar libre de congelamiento, como medida de precaución se debe evitar el contacto directo con los ojos, piel y vía respiratoria, protegiéndose mediante el uso de medidas de seguridad.

De emplearse concreto que adquiera rápidamente alta resistencia, el curado final deberá continuarse por un total adicional de tres días. Se debe impedir el secado rápido, al terminar el período del curado.

Los encofrados metálicos que pueden calentarse por el sol, y todos los encofrados de madera en contacto con el concreto, deberán ser protegidos durante el período final del curado. Si se remueven los encofrados durante el período de curado, deberá emplearse en forma inmediata uno de los métodos de curado, indicados anteriormente.

Durante el periodo de curado, el concreto deberá protegerse de disturbios mecánicos, en especial esfuerzos por sobrecargas, impactos fuertes y vibraciones excesivas que puedan dañar el concreto. Todas las superficies terminadas de concreto deberán ser protegidas de cualquier daño causado por el equipo de construcción, materiales, métodos ejecutivos o por el agua de lluvia o corriente de agua. Las estructuras que son autoportantes no deberán ser cargadas de forma tal que puedan producir esfuerzos excepcionales en el concreto.

El agua empleada para el curado, deberá cumplir los requisitos indicados para el agua y deberá ser limpia, libre de cualquier elemento que pueda causar el manchado o decoloración del concreto. Los encofrados se mantendrán en su lugar sólo el tiempo que sea necesario y el curado se iniciará inmediatamente después de su remoción.

### ***TOLERANCIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CONCRETO***

Las tolerancias para la construcción del concreto, deberán ajustarse a las indicadas en este párrafo y de manera general deberán cumplir con las tolerancias establecidas en las normas ACI – 134 “Practica recomendada para encofrados de concreto”

Verificación y pruebas de los diseños de mezcla propuesto por el Ejecutor.

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.

Pruebas de resistencia del concreto de acuerdo con los procedimientos siguientes:

Obtención de muestras de concreto de acuerdo con las especificaciones ASTM C-172 “Método para muestrear concreto fresco”. Cada muestra para probar la resistencia del concreto, será obtenida de una tanda diferente de concreto, sobre la base de hacer un muestreo en forma variable la producción de éste.

Preparar tres testigos basándose en la muestra obtenida, de acuerdo con las especificaciones ASTM C - 31 "Método para preparar y curar testigos de concreto para pruebas a la compresión y flexión en el campo" y curarlas bajo las condiciones normales de humedad y temperaturas de acuerdo con el método indicado del ASTM.

Probar los testigos a los 28 días, de acuerdo con la especificación ASTM C-39 “Método para probar cilindros moldeados de concreto, para resistencia a compresión”. El resultado de la prueba de 28 días será el promedio de la resistencia de los dos testigos, siendo los resultados de los ensayos

interpretados según recomendaciones del ACI –214, a los 28 días de edad. Si hubiese más de un testigo que evidencia cualquiera de los defectos indicados, la prueba total será descartada. El concreto también será aprobado con un testigo a los siete días con la finalidad de medir la rapidez de la resistencia adquirida y el comportamiento preliminar de la mezcla ejecutada.

Inicialmente, se efectuará una prueba de resistencia por cada 100 m<sup>3</sup> o fracción para cada tipo de mezcla de concreto vaciado en un solo día, con la excepción de que en ninguna caso deberá vaciarse una determinada mezcla sin obtener muestras en el concreto.

Posteriormente, la relación volumen – muestra de concreto, podrá ser alterada en función a los resultados del control estadístico de la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto.

Los resultados de las pruebas serán entregados al Supervisor por el Ejecutor en el mismo día de su realización. El Supervisor determinará la frecuencia para verificar lo siguientes:

- ✓ Calidad de mezcla empleada
- ✓ Comprobación de diseño de mezclas propuesto por el Ejecutor.
- ✓ Adopción de medidas precautorias y rectificadoras.

### ***CONTROL DE OPERACIÓN DEL MEZCLADO DEL CONCRETO***

Revisión de los informes de fabricantes de cada remisión de cemento y acero de refuerzo, y/o solicitar pruebas de laboratorio o pruebas aisladas de estos materiales conforme sean recibidos.

El Ejecutor tendrá las siguientes responsabilidades:

- ✓ Obtener y entregar al Supervisor sin costo alguno, muestras representativas preliminares de los materiales que se propone emplear y que deberán ser aprobados.
- ✓ Presentar al Supervisor el diseño de mezcla de concreto que se propone emplear y hacer una solicitud escrita para su aprobación.

- ✓ Suministrar la mano de obra necesaria para obtener y manipular las muestras.

### **TIEMPO PARA LAS CARGAS Y EL FLUJO DEL AGUA**

El tiempo oportuno para aplicar carga de diseño al concreto, se determinará en cada caso. En general y como principio, el tiempo para aplicar cargas, es cuando el concreto ha adquirido el mínimo valor de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  ó  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia del concreto a la compresión especificada a los 28 días) según corresponda.

No se permitirá que el agua fluya sobre el concreto fresco antes de tres días después del tiempo del vaciado.

### **ENSAYO DE LABORATORIO**

Los ensayos de concreto se efectuarán como se indica en las normas o especificaciones de la American Society for testing Materials (ASTM).

### **Registro de resultados de pruebas**

Independientemente del Cuaderno de Obra, el Ejecutor llevará registro de los trabajos de concreto, conteniendo las siguientes anotaciones:

- ✓ Temperatura del medio ambiente, agua, cemento, agregados, concreto y humedad del aire y tipo de clima.
- ✓ Entrega en el lugar de trabajo de los materiales de concreto (cantidad, marcas de cemento, etc)
- ✓ Inspecciones, ensayos, etc. y sus resultados.
- ✓ Fecha y hora de la iniciación y terminación de las diferentes partes de los trabajos de concreto, así como el encofrado y desencofrado.
- ✓ Cantidad de cemento, arena, piedra, y aditivos usados para cada sección de trabajo y el número y el tipo de las muestras tomadas.

### **MATERIAL EMPOTRADO**

Todas las guías metálicas, anclajes, tuberías o materiales empotrados, que requieran ser fijados a estructuras o materiales al concreto, serán colocados, siempre que sea posible, antes de iniciar el vaciado de éste.

Todos los materiales serán ubicados con precisión y fijados para prevenir desplazamientos. Los vaciados para los marcos metálicos o cajuelas de anclaje serán llenados temporalmente con material de fácil remoción para impedir el ingreso del concreto en estos vacíos. El Ejecutor programará el vaciado del concreto conforma sea necesario, para acomodar la instalación de trabajos metálicos y equipos que deberán ser empotrados en éste o que serán instalados en conjunto o sub-siguiente por otros, bien sea que estos materiales metálicos y equipos, sean instalados por el Ejecutor o por terceros.

Si por razones diversas, ocurre imposibilidad de colocar en la estructura material o materiales que deberían quedar empotrados, el Ejecutor lo hará tan luego que sea posible con los mismos cuidados descritos arriba, siendo el vaciado ejecutado según el concreto secundario en cajuelas dejadas convenientemente para esta finalidad.

### **3.1. SOLADO PARA OBRAS DE ARTE 1:12**

Comprende la dosificación, preparación y colocación de una mezcla pobre 1:12 concreto - hormigón en todas las estructuras de concreto armado con un espesor de 10cm como lo indican los planos.

El Cemento a emplearse será Pórtland Tipo MS, deberá cumplir con los requisitos de las Especificaciones A.S.T.M, la Arena para la mezcla del concreto será limpia, de origen natural, el agregado grueso para la mezcla de concreto consiste en piedra partida (eventualmente grava natural limpia).

El material granular a usar será el de la Quebrada Caracol.

#### **Forma de Pago**

La unidad de medida, es el metro cúbico (m<sup>3</sup>) y se valorizará con los metrados obtenidos en el campo aprobados por el Supervisor. Se pagará de acuerdo al precio unitario de la partida indicada en el Presupuesto.

### **3.2. REVESTIMIENTO CANAL DE CONCRETO F'C=175KG/CM2 E=0.15M**

Comprende el suministro de mano de obra, herramienta, materiales y equipo necesario para la preparación y transporte, vaciado, acabado y curado del concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , el cual será utilizado para el revestimiento de los taludes y piso del canal y las cerchas con el encofrado de los sobreeanchos respectivos.

El acabado de los taludes y piso se realizará mediante la utilización de cerchas para poder controlar el espesor del revestimiento de 15 cm y para el control de los frisos laterales, el espaciamiento de las cerchas será de cada 3.0 m., debiéndose proveer las juntas transversales cada 3.0 m, las cuales están indicadas en los planos coincidentes con las juntas de contracción y dilatación del canal respectivamente, se considerará 20 usos para la madera utilizada la misma que deberá ser impermeabilizada con el aditivo correspondiente.

El Ejecutor tendrá que encargar el diseño de mezcla al laboratorio de concreto, el cual responda a las características del material de las canteras a utilizar para garantizar la resistencia, durabilidad, impermeabilidad de la estructura; en coordinación con el Ing. Residente y el Ing. Supervisor. El supervisor podrá variar las proporciones de mezcla de tiempo en tiempo, según sea necesario de acuerdo a las condiciones existentes.

Para un mejor resultado del concreto se recomienda tomar las consideraciones anteriormente descritas.

#### **Forma de Pago**

La unidad de medida, es el metro cuadrado ( $m^2$ ) y se valorizará con los metrados obtenidos en el campo aprobados por el Supervisor. Se pagará de acuerdo al precio unitario de la partida indicada en el Presupuesto.

### **3.3. CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Comprende el suministro de mano de obra, herramienta, materiales y equipo necesario para la preparación y transporte, vaciado, acabado y curado del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el cual será utilizado para el vaciado de las diferentes obras de arte que serán distribuidas a lo largo de todo el canal.

El Ejecutor tendrá que mandar a diseñar al laboratorio el concreto requerido con el material propio de la zona para garantizar la resistencia, durabilidad, impermeabilidad de la estructura; en coordinación con el Ing. Residente y el Ing. Supervisor. El supervisor podrá variar las proporciones de mezcla de tiempo en tiempo, según sea necesario de acuerdo a las condiciones existentes.

Para un mejor resultado del concreto se recomienda tomar las consideraciones anteriormente descritas.

#### **Forma de Pago**

La unidad de medida, es el metro cúbico ( $m^3$ ) y se valorizará con los metrados obtenidos en el campo aprobados por el Supervisor. Se pagará de acuerdo al precio unitario de la partida indicada en el Presupuesto.

### **3.4. ENROCADO DE PIEDRA ASEN. Y EMBOQUI EN CONCRETO $F'C= 175 \text{ KG/CM}^2$ (e= 0.20m )**

Comprende el suministro de mano de obra, herramienta, materiales y equipo necesario para la preparación y transporte, vaciado, acabado y curado del concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con la inclusión de 25% de PM, proyectado para los estribos del puente peatonal proyectado.

En los vaciados de concreto ciclópeo, podrán ser empleados con la aprobación de la Supervisión, piedras grandes, siempre que las propiedades de éstas correspondan a las que se exigen para todo tipo de agregados. Salvo otra indicación, el porcentaje de piedra grande no excederá del 30% del volumen del concreto ciclópeo.

Las piedras serán debidamente limpiadas y saturadas con agua antes de su colocación. A continuación, se colocarán a mano sobre el concreto vaciado,

debiéndose poner cuidado en que queden rodeadas por una capa de concreto, de espesor mínimo indicado por la Supervisión. Además, deberán quedar por lo menos 5 cm de las superficies exteriores o caras de las estructuras. Las piedras de tamaño mayor a aquellas que puedan ser colocadas a mano por un hombre solo se utilizarán siguiendo las instrucciones de la Supervisión

### **Forma de Pago**

La unidad de medida, es el metro cúbico (m<sup>3</sup>) y se valorizará con los metrados obtenidos en el campo aprobados por el Supervisor. Se pagará de acuerdo al precio unitario de la partida indicada en el Presupuesto.

### **3.5. ENCOFRADO Y DEENCOFRADO TIPO CARAVISTA**

Los encofrados deberán ajustarse a la configuración líneas de elevación y dimensiones que tendrá el elemento de concreto por vaciar y según lo indiquen los planos. Serán construidos de manera tal que permitan obtener superficies expuestas de concreto, con textura uniforme, libre de aletas, salientes u otras irregularidades y defectos que se consideren impropios para este tipo de trabajo.

Los encofrados deberán ser adecuadamente fuertes, rígidos y durables, para soportar todos los esfuerzos que se le impongan, y para permitir todas las operaciones incidentales al vaciado y compactación del concreto, sin sufrir ninguna deformación, flexión o daños que podrían afectar la calidad del trabajo del concreto. Los encofrados para las superficies de concreto que estarán expuestas a la vista deberán ser, cuando sea practicable, construidos de tal manera que las marcas dejadas por el encofrado sean simétricas, y se conformen a las líneas generales de la estructura. No será permitida la utilización de pequeños paneles de encofrados que resulten en trabajos de "parchados".

Los encofrados serán construidos, de manera que no se escape el mortero por las uniones en la madera o metal cuando el concreto sea vaciado. Cualquier calafateo que sea necesario, será efectuado con materiales

aprobados. Sólo se permitirá el parchado de huecos cuando lo apruebe la SUPERVISIÓN.

Se proveerán aberturas adecuadas en los encofrados para la inspección y limpieza, para la colocación y compactación de concreto, y para el formado y procesamiento de juntas de construcción.

Las aberturas temporales ubicadas para los efectos de construcción, serán enmarcadas nítidamente, dejando una provisión para las llaves cuando sea necesario.

El diseño e ingeniería de los encofrados, así como su construcción será de responsabilidad plena del ingeniero residente. El encofrado será diseñado para las cargas y presiones laterales indicadas, así como para las cargas de viento especificadas por la carga reinante en el área, en caso sea necesario.

El encofrado será construido de manera que asegurar que la superficie de concreto cumpla las tolerancias de las Especificaciones ACI-347 "Práctica recomendada para encofrados de concreto".

### **El desencofrado**

Los encofrados deberán ser retirados después que el concreto haya adquirido la resistencia necesaria para soportar su peso propio y las cargas vivas a que pudiera estar sujeto.

El tiempo de desencofrado será fijado en función de la resistencia requerida, del comportamiento estructural de la obra y de la experiencia del ingeniero residente, quién asumirá la plena responsabilidad sobre estos trabajos.

El tiempo mínimo que deben permanecer encofrados los siguientes elementos estructurales, es el siguiente:

- Muros de sostenimiento sin relleno : 24 hrs.
- Muros de sostenimiento con relleno: 7 días.
- Losas de puentes. : 10 días.

En casos especiales, el Supervisor podrá ordenar que los encofrados permanezcan en su posición más del tiempo aquí señalado por razones justificadas. Cualquier daño causado al concreto en el desencofrado, será reparado a satisfacción de la SUPERVISIÓN.

### **Herramientas y equipo**

Se usarán sierras, martillos, tortol, barretas, arriostres, madera, saca clavos, alambre etc.

### **Método de medición**

Se medirá en metros cuadrados de encofrado y desencofrado de la estructura correspondiente (m<sup>2</sup>).

### **Bases de Pago**

El pago se efectuará por Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>) con el precio unitario del contrato entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total

### **3.6. ACERO DE REFUERZO $f'y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>**

El Ejecutor debe suministrar, detallar, fabricar e instalar todas las varillas de acero de refuerzo, necesarias para completar las estructuras de concreto armado según se muestran en los planos o como ordene el Supervisor.

Todas las varillas de refuerzo, se conformarán a los requisitos de las Especificaciones ASTM A-615 para varillas de acero Grado 60. El acero deberá tener un límite de fluencia de 4,200 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo.

Las varillas de acero de refuerzo serán habilitadas en taller en el campo. El Ejecutor será el total y único responsable del detalle, suministro, doblado y colocación de todo el acero de refuerzo.

Antes de efectuar la colocación de varillas, la superficie de las mismas será limpiada de todo óxido, escamas, suciedad, grasa y cualquier otra sustancia ajena que en la opinión del Supervisor sea rechazable.

El óxido grueso en forma de escamas, será removido por escobillado con crudos u otro tratamiento equivalente. Todos los detalles y habilitación, serán efectuados de acuerdo a la Especificación ACI-315 "Manual de prácticas normales para detallar estructuras de concreto". Todos los anclajes y traslapes de las varillas, satisfacen los requisitos de la Especificación ACI-318 "Requisitos del Código de edificación para concreto armado"

De requerirse soldadura, el Ejecutor deberá solicitar la autorización del Supervisor. Los trabajos de soldadura deberán cumplir con las normas AWS D 10 "Code for Welding in Building Construction" y AWS D 12.1 "Recommended Practice for Welding Reinforcing Steel, Metal Insert and Conventions in Reinforced Construction" de la American Welding Society.

El Supervisor podrá solicitar al Ejecutor que proporcione, corte, doble y coloque una cantidad razonable de acero adicional y misceláneo, según encuentre necesario para completar las estructuras, siempre y cuando las modificaciones sean introducidas en los planos, diseños y/o cuaderno de obra.

Las varillas de refuerzo serán colocadas con precisión y firmemente aseguradas en su posición, de modo que no sean desplazadas durante el vaciado del concreto.

Antes y después de su colocación, las varillas de refuerzo se mantendrán en buenas condiciones de limpieza, hasta que queden totalmente empotradas en el concreto.

### **Tolerancias**

Las tolerancias de fabricación para acero de refuerzo serán los siguientes:

- a) Las varillas utilizadas para refuerzo de concreto cumplirán los siguientes requisitos para tolerancias de fabricación:
- ✓ Longitud de corte : + 1"
  - ✓ Estribo, espirales y soportes : + 1 ½"
  - ✓ Doblecés : + 1 ½"
- b) Las varillas serán colocadas siguiendo las siguientes tolerancias:
- ✓ Cobertura de concreto a la superficie : + 1"
  - ✓ Espaciamiento mínimo entre varillas : + 1"
  - ✓ Varillas superiores en losas y vigas :
    - Miembros de 8" de profundidad o menos:  $\pm \frac{1}{4}"$
    - Miembros de más de 8" pero inferiores a 24" de profundidad:  $\pm \frac{1}{2}"$
    - Miembros de más de 24" profundidad:  $\pm 1"$

- c) Las varillas pueden moverse según sea necesario, para evitar interferencias con otras varillas de refuerzo de acero, conductos, o materiales empotrados.

Si las varillas, se mueven más de 2 diámetros o lo suficiente para exceder estas tolerancias, el resultado de ubicación de varillas estará sujeto a la aprobación del Supervisor.

### **Forma de Pago**

El acero de refuerzo se medirá en kilogramos (kg) con aproximación de 02 decimales, para tal efecto se determinara la longitud neta del acero de refuerzo y luego transformada a peso, y que haya sido colocado de acuerdo a los planos y a lo prescrito por el Ing, Supervisor.

## **7.2.4 VARIOS**

### **4.1 JUNTA DE DILATACIÓN**

Comprende el suministro de mano de obra, materiales, equipos y la ejecución de las operaciones necesarias para disponer las juntas de dilatación transversal al canal, que tendrá un ancho de 1" y será rellenado con ELASTOMÉRICO DE POLIURETANO la profundidad será de 1", siendo rellenada la parte inferior con una cinta aislante y tecknoport, realizado de acuerdo a lo indicado en los planos o a lo ordenado por el Ing. Supervisor.

La junta de dilatación que permite eventuales desplazamientos de las estructuras de concreto, estas juntas pueden ser transversales y longitudinales y tienen por finalidad controlar el agrietamiento debido a la disminución del volumen de concreto por cambios de temperatura y a la pérdida de humedad al curarse.

### **Procedimiento**

Para juntas transversales la separación entre éstas no debe exceder a: 15 m. Los materiales a utilizarse deben ser colocados de acuerdo a las indicaciones que imparta el responsable de la ejecución de la obra.

### **Unidad**

Será medida esta partida en metros lineales (m) de junta construida.

### **Forma de Pago**

La forma de pago será por metro lineal, correspondiente al precio unitario de la partida “juntas de dilatación”

## **4.2 JUNTA DE CONTRACCIÓN**

Comprende el suministro de mano de obra, materiales, equipos y la ejecución de las operaciones necesarias para disponer las juntas de contracción transversal al canal, que tendrá un ancho de ½” y una profundidad de 1” y será rellenado con ELASTOMÉRICO DE POLIURETANO, realizado de acuerdo a lo indicado en los planos o a lo ordenado por el Ing. Supervisor.

### **Procedimiento**

La distancia entre las juntas es impuesta prácticamente al alcance de la brazada del albañil debido, que éste cumple de manera homogénea un cambio óptimo dentro de esta área.

Para juntas transversales la separación entre éstas no debe exceder a: 2.50 m. para canales poco profundos, 3.50 m. para canales profundos.

En este caso el espaciamiento entre juntas transversales será de 3.00m.

Antes de proceder al relleno, todas las superficies que entran en contacto con el relleno estarán perfectamente limpias, libres de polvo, grasa, aceite, tierra, agua, etc. De esta forma se puede lograr un buen contacto o adhesión. Las dimensiones, ubicación y características geométricas de ésta junta, están ubicadas en los planos.

### **Unidad**

Será medida esta partida en metros lineales (m) de junta construida.

### **Forma de Pago**

La forma de pago será por metro lineal (m), correspondiente al precio unitario de la partida “juntas de contracción”

## **4.3 COLOCACIÓN DE SELLO DE JUNTA**

Comprende el suministro de mano de obra, materiales, equipos y la ejecución de las operaciones necesarias para colocar el sello de juntas de

contracción en las zonas indicada. Las dimensiones de la junta pueden variar sin embargo la profundidad del sello no deberá exceder a 1". El sello será POLIURETANO ELASTOMÉRICO, realizado de acuerdo a lo indicado en los planos o a lo ordenado por el Ing. Supervisor.

### **Procedimiento**

Se deberá limpiar las superficies de la junta, es decir el concreto deberá ser lijado hasta obtener una superficie rugosa y no contaminada, se dispondrá para el fondo de toda la junta la colocación de la cinta masking-tape, con la finalidad de aislar el sello. Se colocará el sello de water stop acuerdo a las indicaciones que imparta el responsable de la ejecución de la obra.

### **Forma de Pago**

La forma de pago será por metro lineal, correspondiente al precio unitario de la partida: sello de juntas.

## **4.4 COMPUERTAS METÁLICAS**

Este ítem se refiere a la provisión e instalación de compuertas metálicas tipo gusano, que tendrán las dimensiones que indican los planos. Se instalarán en los repartidores parcelarios, ubicados a lo largo del canal principal y en otros puntos mostrados en los planos de construcción.

### **Materiales**

El Contratista proveerá todas las compuertas según diseño, y los materiales, herramientas y equipos necesarios para la provisión e instalación de las compuertas metálicas.

Los materiales de los cuales se fabricarán cada tipo de compuerta, están claramente descritos en los planos de construcción y de detalle.

En la fabricación de las compuertas metálicas, deberá utilizarse acero del tipo Fe carbono ASTM A36, con límite de fluencia igual o mayor a 2400kg/cm<sup>2</sup>.

Para la construcción de las compuertas metálicas, a fabricarse en una maestranza de reconocida experiencia, se utilizara plancha de espesor de 3/16 de pulgada, dicha compuerta metálica será reforzada mediante costillas conformadas con angulares de 1 1/2" x 3/16" dispuestas según

planos de detalle y fabricación. El soporte de cada una de las compuertas que se ubica por debajo del volante de control estará compuesta perfil C de 80 mm. x 40 mm. y 2mm. de espesor ; el volante de control tendrá un diámetro de 10 pulgadas que estará sujeto a un tornillo sin fin de 1 1/4 pulgadas, que tendrá la función de accionar la compuerta.

Como condición general, el acero de los elementos a emplearse será de grano fino y homogéneo, no deberá presentar en la superficie o en el interior de su masa grietas u otra clase de defectos.

La soldadura a emplearse será del tipo y calibre adecuado a los elementos a soldarse.

La compuerta metálica, deberá salir de la maestranza del CONTRATISTA con una mano de pintura anticorrosiva.

Las herramientas y equipos serán proporcionados por el CONTRATISTA.

### **Procedimiento**

El CONTRATISTA, antes de realizar la fabricación de los elementos de las compuertas metálicas, deberá verificar cuidadosamente las dimensiones reales en obra y en especial de éstas, que están referidas a los niveles de pisos terminados.

Las compuertas, una vez concluido el proceso de soldadura, recibirán una limpieza total, dejando libre de escorias, aceites, grasas y óxidos, para que finalmente se pinten con dos capas de pintura antioxidante.

Las compuertas deberán garantizar un total hermetismo e impermeabilidad, aspectos de los cuales será responsable el Contratista, será preferible colocar goma en plancha entre la platino y el perfil que presiona la plancha de la compuerta.

Los empotramientos de las astas de anclaje y calafateado de juntas entre perfiles y albañilería, se realizará siempre con mortero de cemento. El empleo de yeso para estos trabajos queda completamente prohibido.

La instalación de cada compuerta será tal que los perfiles que sirven de carriles queden perfectamente empotrados y embebidos en el hormigón ciclópeo de la estructura de la caja distribuidora.

Concluida la instalación, cada compuerta metálica será sometida a la prueba hidráulica correspondiente y será aceptada cuando garantice la estanqueidad.

Una vez que las compuertas hayan sido debidamente instaladas y aprobadas por el Supervisor, el Contratista deberá pintarlas con pintura anticorrosiva con al menos dos pasadas.

Cuando existan dudas sobre las características de calidad y resistencia, el constructor antes de su construcción, consultará con el Supervisor de obra para definir las, sin que ello signifique cambiar los costos.

### **Forma de pago**

Las compuertas metálicas serán medidas y pagadas por pieza, y constituirá la compensación total por concepto de mano de obra, transporte, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para efectuar el trabajo. Sólo se autoriza su pago, una vez realizada la instalación y prueba in situ de la impermeabilidad, así como del ingreso y salida de la compuerta por las ranuras dejadas para el efecto.

## **4.5 NEOPRENO**

Comprende el suministro de la mano de obra y materiales para proceder a la colocación del NEOPRENO en la zona de contacto entre la losa de los puentes y uno de sus estribos, previo al vaciado de concreto de la losa de los puentes.

### **Procedimiento**

Consistirá en colocar y confinar una plancha de NEOPRENO e=1" sobre la superficie limpia del estribo de concreto, con las dimensiones indicadas en los planos; la superficie sobre la cual se apoyará estará previamente pulida de imperfecciones (rebabas de concreto, alambre, etc), luego se sujetará con 4 pernos los cuales se colocará cerca de las aristas del rectángulo de NEOPRENO.

### **Herramientas y equipos**

Se usarán brocha, tijeras, etc.

**Forma de pago**

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario de la partida por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) entendiéndose que dicho precio y pago constituirá la compensación completa por la mano de obra, materiales y los demás conceptos para completar esta partida, según se indica en ésta especificación y planos.

# **CAPITULO VIII**

## CAPÍTULO VIII

### 8.1. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS.

#### 8.2. METRADOS (Planilla)

En el cuadro de **Metrados** se presentan todos los metrados por Partida. Ver Anexo N° 02

##### 8.2.1. LISTA DE CANTIDADES (Cuadro de metrados por partidas de obra).

Permiten cuantificar la magnitud de los trabajos construcción a ejecutar. Para su cálculo se tomaron en cuenta el trabajo de topografía realizado a fin de obtener los detalles de la zona donde se ejecutarán los trabajos de la obra, esta información ha permitido la elaboración de planos y planillas, para determinar el volumen de material necesario para ejecución de las diferentes partidas.

#### 8.3. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.

El Precio Unitario incluye la mano obra, materiales, maquinaria, equipo y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Ver Anexo N°03

El cálculo del Costo Unitario toma en cuenta los siguientes parámetros:

##### 8.3.1. Rendimientos

Los rendimientos de equipo y mano de obra, están sustentados en trabajos similares y especificados por Capeco.

##### 8.3.2. Precios

Se refiere al precio de materiales, mano de obra, equipo y maquinaria.

El precio de materiales obedece a cotizaciones realizadas en casas comerciales de la ciudad de Chiclayo y de la zona; listado de precios oficiales (Capeco). El caso de los materiales es puesto en obra.

#### 8.4. PRESUPUESTO

El presupuesto referencial de obra, asciende a la suma de **S/. 5'702,124.83 (Son: CINCO MILLONES SETECIENTOS DOS MIL CIENTO VEITICUATRO Y 83/100 NUEVOS SOLES)** el cual incluye, gastos generales con precios referidos a la fecha de elaboración del presupuesto. Ver Anexo N° 04.







# **CAPITULO IX**

## CAPÍTULO IX

### 9.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 9.1. CONCLUSIONES

- La longitud total del sistema de canales es de 12,226.52 m
- La ejecución del siguiente proyecto permitirá mayor aprovechamiento de las aguas del río Zaña en épocas de máxima avenidas.
- La forma y dimensiones de las estructuras son dictadas por las características hidráulicas que deben poseer y por tanto están determinados, por la aplicación de los principios de mecánica de fluidos.
- En cuanto al análisis y diseño estructural de las obras e instalaciones se ha tenido en cuenta criterios prácticos y conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica.
- De acuerdo a los perfiles estratificados de los suelos en los cuales se va a colocar la estructura del revestimiento del canal se encuentran clasificada por Suelos **CL** (Arcilla inorgánica de plasticidad baja o media, arenosas), Suelos **CL-ML** (Arcillas muy limosas), Suelos **ML** (Limos inorgánicos y Arenas muy Finas), siendo el más representativo el tipo de suelo **ML**.
- El desarrollo del Proyecto va permitir, el mejoramiento del riego para 1000.00 has, ubicadas en el Sector de Riego Lambayeque, que forma parte el Comité de Canal San Pedro, al asegurar mayor disponibilidad de agua, por lo tanto se asegura mejores niveles de ingreso familiar y mejores condiciones de vida.
- La construcción del canal tendrá un plazo de 180 días calendario.
- El monto de inversión para poner en marcha el proyecto y sus componentes asciende a la suma de **S/. 5'702,124.83 (Son: CINCO MILLONES SETECIENTOS DOS MIL CIENTO VEITICUATRO Y 83/100 NUEVOS SOLES).**

## **9.2.RECOMENDACIONES**

- En cuanto al material a utilizarse para la fabricación de concreto tanto para el revestimiento como las obras de arte, serán provenientes de la Cantera San Nicolás (Mocupe- Lambayeque).
- Se recomienda la extracción de la materia orgánica, raíces y troncos que se encuentran en el talud y fondo del canal.
- Realizar control constante en la topografía antes de realizar el resvestimiento del canal o el vaciado del solado en las obras de arte.
- Controlar el slump antes del vaciado.
- Hacer constantemente las labores de engrasado de las compuertas parcelarias en las tomas parcelarias para una mejor operación y cuidado.

# **CAPITULO X**

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ARBULÚ RAMOS JOSÉ** – “Trazo y Diseño de Canales” (Curso de Irrigaciones) Lambayeque – Perú. Año 2005 Fisca -UNPRG
2. **GARCIA RICO ELMER** “Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Arte” Chiclayo – Perú, Año 1987
3. **GILES RONALD V.** – “Mecánica de los Fluidos e Hidráulica.” Madrid – España. 1994
4. **HERNÁNDEZ ALCANTARA JUAN** “Diseño de Infraestructura de Riego” (Separata), Lambayeque – Perú. Año 2002
5. **JORGE REYES SALAZAR** Curso “Diseño de Obras Hidráulica Menores” Piura – Perú. Año 2003.
6. **KROCHIN SVIATOSLAV.** “Diseño Hidráulico” 2da Edición. Año 1978
7. **SSELL C. BRINKER - PAUL R. WOLF.** “Topografía Moderna”. Edit. Copyright., por María S.A.
8. **TERZAGHI KARL.** “Mecánica de Suelos”
9. **VILLON BEJAR MAXIMO** “Hidráulica de Canales” Costa Rica, Año 1995
10. **ARTURO ROCHA FELICES.** “Hidráulica de tuberías y canales”, 1era Edición año 2007.
11. **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA-** “Manual: Criterios De Diseños De Obras Hidráulicas Para La Formulación De Proyectos Hidráulicos Multisectoriales Y De Afianzamiento Hídrico”, - Dirección De Estudios De Proyectos Hidráulicos Multisectoriales- Lima, Diciembre 2010.
12. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN** Boletín Técnico N° 7 "Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales " Lima 1978.

# **CAPITULO XI**