



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**TESIS:**

**“Mejoramiento del servicio de agua para riego del canal Yéncala león de los Distritos Lambayeque y San José, Provincia y Departamento de Lambayeque”**

*Para optar el título profesional de:*

*INGENIERO AGRÍCOLA*

*Autor (es):*

Bach. Juan Manuel Fiestas Fiestas

Bach. José Gustavo Fiestas Ramos

*Asesor:*

Ing. Juan Hernández Alcántara.

Lambayeque -Perú  
2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“PEDRO RUIZ GALLO”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**TESIS**

**“Mejoramiento del servicio de agua para riego del canal yéncala león de los Distritos Lambayeque y San José, Provincia y Departamento de Lambayeque”**

*Para optar el título profesional de:*

*INGENIERO AGRÍCOLA*

**Autor (es):**

Bach. Juan Manuel Fiestas Fiestas  
Bach. José Gustavo Fiestas Ramos

**Aprobado por:**

Dr. Oscar Saavedra Tafur  
Presidente

M. Sc. Victoriano Celis Jiménez  
Secretario

Dr. Henry Dante Sánchez Díaz  
Vocal

Ing. Juan Hernández Alcántara  
Asesor

## DEDICATORIA

A Dios, que nos dio las fuerzas y la vida para poder llegar a concretar nuestros logros conseguidos a lo largo de nuestra vida universitaria y profesional.

A nuestros padres, que fueron la base de nuestra enseñanza, gracias a su esfuerzo, confianza y apoyo incondicional, nos volvimos grandes profesionales.

A todas las personas que nos apoyaron desinteresadamente de alguna u otra forma.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, titulada: **“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL YÉNCALA LEÓN DE LOS DISTRITOS LAMBAYEQUE Y SAN JOSÉ, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”**, tiene como objetivo general el mejoramiento del canal Yéncala León, diagnosticando su situación actual, se concluyó que existen pérdidas de agua por infiltración debido a que el canal existente es de tierra y no cumple las características fundamentales de un canal.

Se realizaron los estudios básicos correspondientes como la Topografía, estudio de Mecánica de Suelos, entre otros., con los resultados se procedió a determinar y diseñar las diferentes obras de arte que se necesitan, apoyándonos en los respectivos cálculos matemáticos, que nos permiten asegurar infraestructuras hidráulicas eficientes y estructuralmente seguras, para su eficaz operación.

Concluyendo: se revestirá un total de 5,560 m. lineales de canal, y diferentes obras de arte (puentes peatonales, compuertas, etc.), beneficiando a 190 usuarios de agua de riego que irrigan un total de 337.34 has.

Según la ingeniería de costos del proyecto, el monto para la ejecución del proyecto es de S/ 3'982,699.49 nuevos soles. Monto que incluye la formulación del expediente técnico y el estudio de impacto ambiental; el desarrollo de la infraestructura, y supervisión de la obra.

**Palabras Claves:** Mejoramiento, canal, obras de arte, revestimiento de canal, agua.

## ABSTRACT

This research work, entitled: "IMPROVEMENT OF WATER SERVICE FOR IRRIGATION OF THE YÉNCALA LEÓN CHANNEL OF THE LAMBAYEQUE AND SAN JOSÉ DISTRICTS, PROVINCE AND DEPARTMENT OF LAMBAYEQUE", has as its general objective the improvement of the Yéncala León canal, diagnosing its current situation, it was concluded that there are infiltration water losses because the existing channel is land and does not meet the fundamental characteristics of a channel. The corresponding basic studies such as Topography, Soil Mechanics study, among others were carried out, with the results we proceeded to determine and design the different works of art that are needed, based on the respective mathematical calculations, which allow us to ensure infrastructure Efficient and structurally safe hydraulics, for efficient operation. Concluding: a total of 5,560 m will be coated. linear channels, and different works of art (pedestrian bridges, floodgates, etc.), benefiting 190 users of irrigation water that irrigate a total of 337.34 hectares. According to the project cost engineering, the amount for the execution of the project is S / 3'982,699.49 nuevos soles. Amount that includes the formulation of the technical file and the study of environmental impact; the development of infrastructure, and supervision of the work.

**Keywords:** Improvement, canal, works of art, canal lining, water.

# INDICE

DEDICATORIA.....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT .....	V
INTRODUCCION .....	12
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	13
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.3.    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.3.1.    Objetivos generales.....	14
1.3.2.    Objetivos Específicos.....	14
1.4.    JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	14
1.5.    HIPÓTESIS / SOLUCIÓN DE PROBLEMAS .....	14
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO .....	15
2.1.    ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	15
2.2.    BASES TEÓRICAS .....	17
2.2.1.    CRITERIOS PARA DISEÑOS DE CANALES ABIERTOS.....	17
2.2.2.    PUENTES.....	33
2.3.1.    Captaciones.....	65
2.3.2.    Compuertas.....	65
2.3.3.    Transiciones.....	65
2.3.4.    Tirante.....	66
2.3.5.    Caudal .....	66
2.3.6.    Toma lateral.....	66
2.3.7.    Toma parcelaria.....	66
2.3.8.    Partidor .....	66
2.3.9.    Coloche.....	66
2.3.10.    Borde libre.....	66
2.3.11.    Alcantarilla.....	66
2.3.12.    Cantera.....	66
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y MATERIAL DE ESTUDIO .....	67
3.1.    TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	67
3.1.1.    De acuerdo con el fin que se persigue.....	67
3.1.2.    De acuerdo con los tipos de datos analizados:.....	67
3.2.    POBLACIÓN Y MUESTRA .....	67
3.3.    MATERIAL DE ESTUDIO.....	67
3.4.    MÉTODO Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
3.4.1.    Método.....	68
3.4.2.    Técnicas para la recolección de datos.....	69
3.4.3.    Técnicas para el análisis de datos.....	69
CAPÍTULO IV: ESTUDIOS BASICOS.....	70
4.1.    LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....	70
4.1.1.    Metodología del trabajo.....	70
4.1.2.    Definición de levantamiento topográfico.....	71
4.2.    ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	72
4.2.1.    Fase De Campo.....	72
4.2.2.    Fase De Laboratorio.....	72
4.3.    ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA FUENTE .....	88
4.4.    ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE LA FUENTE.....	89

4.5.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO .....	90
4.6.	DEFINICIÓN DEL HORIZONTE DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	93
4.7.	ESTIMACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	94
4.7.1.	<i>Identificación de los impactos ambientales potenciales</i> .....	94
4.7.2.	<i>Evaluación de los impactos ambientales potenciales</i> .....	95
4.7.3.	<i>Descripción de impactos</i> .....	105
4.8.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	108
4.8.1.	<i>Titular del Proyecto</i> .....	108
4.8.2.	<i>Plan de medidas de mitigación de impacto ambiental</i> .....	108
4.8.3.	<i>Acondicionamiento de botaderos</i> .....	109
4.8.4.	<i>Disposición del material excedente</i> .....	110
4.8.5.	<i>Restauración de áreas afectadas por campamento</i> .....	110
4.8.6.	<i>Restauración de áreas afectadas por preparación de concreto</i> .....	111
4.8.7.	<i>Revegetación de áreas afectadas</i> .....	112
4.8.8.	<i>Sellado de letrinas</i> .....	112
4.9.	PROGRAMA DE SALUD, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	113
4.9.1.	<i>Seguridad del Personal</i> .....	113
4.9.2.	<i>Equipo de Protección Personal (EPP)</i> .....	113
4.9.3.	<i>Procedimientos de Trabajo</i> .....	113
4.9.4.	<i>Señalización</i> .....	113
4.10.	PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS.....	114
4.11.	PLAN DE CONTINGENCIA.....	116
4.12.	PLAN DE CAPACITACIÓN.....	117
4.13.	PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL.....	118
4.14.	ESTUDIO DE ANÁLISIS DE RIESGO Y PLAN DE CONTINGENCIA DE SEGURIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN.....	119
4.14.3.	<i>Contingencia técnica</i> .....	124
4.14.4.	<i>Contingencia humana</i> .....	125
4.15.	CONTINGENCIAS DURANTE LA ETAPA DE MANTENIMIENTO.....	126
4.15.1.	<i>Peligro de Electrocución</i> .....	126
4.15.2.	<i>Peligro de Incendio</i> .....	126
4.16.	RESPONSABILIDAD.....	127
CAPÍTULO V: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....		140
5.1.	<i>Especificaciones técnicas generales</i> .....	140
5.1.1.	<i>Planos y Especificaciones</i> .....	140
5.1.2.	<i>Normas Técnicas a Adoptarse en la Construcción</i> .....	141
5.1.3.	<i>Materiales y Equipo</i> .....	142
5.1.4.	<i>Estructuras y Servicios temporales</i> .....	144
5.1.5.	<i>Replanteo de Obras</i> .....	145
5.1.6.	<i>Errores u Omisiones</i> .....	145
5.1.7.	<i>Control de Agua durante la Construcción</i> .....	146
5.1.8.	<i>Estructuras Existentes</i> .....	146
5.1.9.	<i>Tolerancias</i> .....	147
5.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	148
CAPÍTULO VI: RESULTADOS.....		149
6.1.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL PROYECTO.....	149
6.1.1.	<i>Nombre del proyecto</i> .....	149
6.1.2.	<i>Localización del proyecto</i> .....	149
6.1.3.	<i>Vías de comunicación y/o acceso</i> .....	150
6.1.4.	<i>Características climáticas</i> .....	151
6.1.5.	<i>Características geológicas</i> .....	151
6.1.6.	<i>Características hidrográficas</i> .....	152
6.1.7.	<i>Características hidrológicas</i> .....	154
6.1.8.	<i>Principales actividades económicas del área de influencia y niveles de ingreso</i> .....	154

6.1.9.	<i>Aspectos socioeconómicos.</i>	156
6.1.10.	<i>Diagnóstico del servicio de agua para riego.</i>	163
6.1.11.	<i>Diagnóstico de la actividad agrícola.</i>	165
6.1.12.	<i>Diagnóstico del sistema de riego.</i>	168
6.1.13.	<i>Los involucrados en el proyecto.</i>	169
CONCLUSIONES		173
RECOMENDACIONES		173
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		174
ANEXOS		175
ANEXO 01: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS		175
ANEXO 02: COSTOS Y PRESUPUESTO		210
ANEXO 03: FÓRMULA POLINÓMICA		220
ANEXO 04: LISTA DE INSUMOS		221
ANEXO 05: CÁLCULO DEL FLETE TERRESTRE		227
ANEXO 06: METRADOS		227
ANEXO 07: CRONOGRAMA		239
ANEXO 08: CÁLCULOS DE DISEÑO		249

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> RADIO MÍNIMO EN FUNCIÓN AL CAUDAL .....	19
<b>TABLA 2.</b> RADIO MÍNIMO EN CANALES ABIERTOS PARA $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	20
<b>TABLA 3.</b> RADIO MÍNIMO EN CANALES ABIERTOS EN FUNCIÓN DEL ESPEJO DE AGUA.....	20
<b>TABLA 4.</b> RELACIÓN PLANTILLA VS TIRANTE PARA, MÁXIMA EFICIENCIA, MÍNIMA INFILTRACIÓN Y EL PROMEDIO DE AMBAS .....	24
<b>TABLA 5.</b> VALORES DE RUGOSIDAD “N” DE MANNING.....	26
<b>TABLA 6.</b> RELACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES MÁS FRECUENTES.....	27
<b>TABLA 7.</b> TALUDES APROPIADOS PARA DISTINTOS TIPOS DE MATERIAL .....	28
<b>TABLA 8.</b> PENDIENTES LATERALES EN CANALES SEGÚN TIPO DE SUELO.....	28
<b>TABLA 9.</b> MÁXIMA VELOCIDAD PERMITIDA EN CANALES NO RECUBIERTOS DE V.....	29
<b>TABLA 10.</b> VELOCIDADES MÁXIMAS EN HORMIGÓN EN FUNCIÓN DE SU RESISTENCIA.....	30
<b>TABLA 11.</b> BORDE LIBRE EN FUNCIÓN DEL CAUDAL .....	31
<b>TABLA 12.</b> BORDE LIBRE EN FUNCIÓN DE LA PLANTILLA DEL CANAL.....	31
<b>TABLA 13.</b> REVESTIMIENTO EN FUNCIÓN AL CAUDAL.....	32
<b>TABLA 14.</b> PESOS UNITARIOS .....	42
<b>TABLA 15.</b> FACTOR DE PRESENCIA MÚLTIPLE .....	45
<b>TABLA 16.</b> INCREMENTO POR CARGA DINÁMICA .....	45
<b>TABLA 17.</b> FUERZAS DE DISEÑO PARA LAS BARRERAS PARA TRÁFICO VEHICULAR.....	49
<b>TABLA 18.</b> COEFICIENTE DE ARRASTRE .....	50
<b>TABLA 19.</b> COEFICIENTE DE ARRASTRE LATERAL .....	51
<b>TABLA 20.</b> VALORES DE $V_0$ Y $Z_0$ .....	52
<b>TABLA 21.</b> PRESIONES BÁSICAS $P_B$ CORRESPONDIENTES A $V_B = 160 \text{ km/h}$ .....	52
<b>TABLA 22.</b> $P_B$ PARA DIFERENTES ÁNGULOS DE ATAQUE ( $V_B = 160 \text{ km/h}$ ).....	53
<b>TABLA 23.</b> COMPONENTES DEL VIENTO SOBRE LA SOBRECARGA VIVA .....	54
<b>TABLA 24.</b> DEFINICIÓN CLASE DE SITIO.....	56
<b>TABLA 25.</b> VALORES DE FACTOR DE SITIO, $F_{pga}$ EN PERIODO – CERO EN EL ESPECTRO DE ACELERACIÓN .....	57
<b>TABLA 26.</b> VALORES DE FACTOR DE SITIO, $F_a$ , PARA RANGO DE PERIODO CORTO EN EL ESPECTRO DE ACELERACIÓN .....	57
<b>TABLA 27.</b> VALORES DE FACTOR DE SITIO, $F_v$ , PARA RANGO DE PERIODO LARGO EN EL ESPECTRO DE ACELERACIÓN .....	58
<b>TABLA 28.</b> ZONAS SÍSMICAS .....	61
<b>TABLA 29.</b> FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA – SUBESTRUCTURAS .....	62
<b>TABLA 30.</b> FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA – CONEXIONES .....	62
<b>TABLA 31.</b> RANGOS DE TEMPERATURA ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	63
<b>TABLA 32.</b> TEMPERATURAS QUE DEFINEN LOS GRADIENTES ( $^{\circ}\text{C}$ ).....	64
<b>TABLA 33.</b> CARACTERÍSTICAS DEL SUELO SEGÚN SU PLASTICIDAD.....	78
<b>TABLA 34.</b> FORMATO N° 2: LISTA DE VERIFICACIÓN SOBRE LA GENERACIÓN DE VULNERABILIDADES POR EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD O RESILIENCIA EN EL PROYECTO .....	91
<b>TABLA 35.</b> FORMATO N° 3: IDENTIFICACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD POR FACTORES DE EXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA.....	93
<b>TABLA 36.</b> IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	97
<b>TABLA 37.</b> MATRIZ DE LEOPOLD .....	100
<b>TABLA 38.</b> PLAN DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO.....	117
<b>TABLA 39.</b> RIESGOS PREVISIBLES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	122
<b>TABLA 40.</b> VÍAS DE COMUNICACIÓN .....	151
<b>TABLA 41.</b> POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, SEGÚN TIPO Y SEXO .....	155
<b>TABLA 42.</b> POBLACIÓN PROYECTADA DEL DISTRITO DE LAMBAYEQUE.....	156
<b>TABLA 43.</b> POBLACIÓN BENEFICIARIA.....	157
<b>TABLA 44.</b> INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN EL LUGAR EN ESTUDIO DEL PROYECTO .....	158
<b>TABLA 45.</b> PERSONAL POR GRUPOS OCUPACIONALES DIRECCIÓN DE SALUD LAMBAYEQUE.....	159
<b>TABLA 46.</b> ESTADÍSTICAS GLOBALES POR GRUPO ETÁREO.....	160
<b>TABLA 47.</b> ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE.....	161
<b>TABLA 48.</b> DISPONIBILIDAD DE ALUMBRADO ELÉCTRICO EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE .....	162
<b>TABLA 49.</b> PRINCIPALES CULTIVOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	166

<b>TABLA 50.</b> CEDULA DE CULTIVO – SITUACIÓN ACTUAL .....	166
<b>TABLA 51.</b> RENDIMIENTO DE CULTIVOS DEL CANAL YENCALA LEON 2016 – 2017 .....	167
<b>TABLA 52.</b> PORCENTAJE QUE SE VENDE AL MERCADO .....	167
<b>TABLA 53.</b> PRECIOS DE VENTA EN CHACRA.....	168
<b>TABLA 54.</b> MATRIZ DE INVOLUCRADOS.....	172

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> ELEMENTOS DE UNA CURVA.....	20
<b>FIGURA 2:</b> SECCIÓN TÍPICA DE UN CANAL.....	22
<b>FIGURA 3:</b> FUERZAS DE DISEÑO EN UNA BARANDA METÁLICA, UBICACIÓN EN ALTURA Y LONGITUD DE DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL.....	48
<b>FIGURA 4:</b> ESPECTRO DE RESPUESTA DE DISEÑO .....	59
<b>FIGURA 5:</b> CURVA GRANULOMÉTRICA DE UN SUELO .....	81
<b>FIGURA 6:</b> MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL .....	95
<b>FIGURA 7:</b> ESQUEMA DEL TERRENO NATURAL.....	109
<b>FIGURA 8:</b> CÓDIGO DE COLORES SEGÚN NTP 900.058.2005 PARA EL MANEJO DE RESIDUOS.....	116
<b>FIGURA 9:</b> UBICACIÓN DEPARTAMENTAL.....	149
<b>FIGURA 10:</b> UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	150

## INTRODUCCION

El agua es un elemento esencial para el ser humano, la agricultura y la ganadería, y por ende para la economía de un país, sin embargo, con frecuencia se hace uso irracional e inadecuado del recurso, contribuyendo a su escasez. (Banco Mundial, s/a)

La actividad económica de los países en vías de desarrollo ha determinado un constante aumento en la demanda por agua de riego, hasta el punto que se está produciendo una escasez relativa en cuanto a disponibilidad en el lugar y tiempo. Es decir, el agua no es un bien libre, sino que es un recurso escaso que tiene un costo social. (FAO, 2015)

Es necesario por lo tanto considerar a este recurso con un criterio técnico y económico mucho más riguroso que en el pasado, cuando su abundancia significa pocas restricciones en su aprovechamiento. Es por eso que es necesario establecer una política del uso racional del agua basado en el principio de la conservación del medio ambiente.

El mejoramiento de los canales de riego nos permite mejorar las eficiencias de riego, minimizando las pérdidas de agua por infiltración y sobre todo aumenta la calidad de los productos obtenidos en las cosechas.

El canal Yéncala León se encuentra en los distritos de Lambayeque y San José, teniendo una longitud de 5,560 m., es un canal de tierra que pierde en todo su recorrido agua debido a su infiltración, lo cual no llega a abastecer completamente el área perteneciente a los agricultores de dicha zona, siendo los más afectados las personas que se encuentran aguas abajo, quienes reciben de manera deficiente el caudal solicitado. También se encuentra afectado por arenamientos en el fondo del canal y pérdida de pendiente, debido a los asentamientos de los materiales de suspensión y socavación de la tierra por el movimiento del agua. Lo cual aumenta los trabajos de limpieza periódicamente.

El mejoramiento del canal permitirá tener una mayor eficiencia en la operatividad del agua de riego, aumentando su eficiencia y por ende mayor producción en las cosechas de los agricultores beneficiados, cumpliendo con los objetivos trazados en el proyecto.

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **1.1. Planteamiento del problema**

El presente proyecto, nace del interés de la Municipalidad Provincial de Lambayeque y Comisión de Usuarios de Agua Lambayeque, quienes han expresado la necesidad de mejorar y optimizar el Recurso Hídrico en el canal Yéncala León del Sub Sector de Riego Lambayeque, por ser una de las principales estructuras de conducción y distribución de agua de riego para el distrito de Lambayeque. Dicho canal se encuentra operando con serias deficiencias causadas principalmente por la sedimentación, vegetación y pérdidas por infiltración del agua de riego, debido a que es un canal de tierra.

La Comisión de Usuarios de Agua Lambayeque realizó las gestiones correspondientes conjuntamente con la Municipalidad Provincial, para poder conseguir el revestimiento del canal en mención, realizándose un estudio a nivel de perfil en el año 2015.

La infraestructura en todo el recorrido se encuentra sin revestir, con pendientes variables entre los 0.1% y 0.41% y una capacidad de conducción de 0.6 m<sup>3</sup>/s en todo el recorrido del canal. Presentando materiales de sedimentación y vegetación, sección hidráulica no definida en diversos tramos, esta situación favorece las pérdidas por infiltración a lo largo de los 5560 metros de longitud del canal Yéncala León.

Deficiente servicio de agua para riego, ocasionado principalmente por las pérdidas de agua por infiltración a lo largo del Canal Yéncala León debido a que el canal es excavado en tierra; así mismo la deficiente gestión y manejo del agua, problema que se agudiza en época de escasez de agua durante los meses de estiaje.

### **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo disminuir las pérdidas por conducción de agua en el canal Yéncala León?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivos generales.**

Realizar el estudio “Mejoramiento del canal Yéncala León”.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

Diagnóstico situacional del Canal Yéncala León.

Determinar y diseñar las diferentes estructuras del Canal Yéncala León.

Realizar la ingeniería de costos del proyecto.

### **1.4. Justificación del estudio**

El mejoramiento del canal Yéncala León está proyectado para mejorar el aprovechamiento y eficiencia del recurso hídrico, mediante el revestimiento del canal mencionado, debido a que el canal es de tierra, de forma irregular y variable; así mismo, garantizar la disponibilidad del agua que es vital para el riego de los cultivos de la zona, beneficiando directamente a 136 usuarios y abarcando un área de 337.34 has. del caserío Yéncala León.

El presente proyecto revestirá un total de 5,560 m. de canal con sus respectivas obras de arte, lo cual es de vital importancia para la economía de la zona, ya que generará un adecuado funcionamiento y operatividad de la infraestructura, mejor utilización del recurso hídrico que conllevará a un aumento de la frontera agrícola y una mayor producción de cultivos.

### **1.5. Hipótesis / Solución de problemas**

El canal Yéncala León es un canal no revestido de una longitud aproximada de 5.6 km., que se encuentra en mal estado.

La elaboración de la presente investigación servirá de guía a la Comisión de Usuarios de Lambayeque para su posterior implementación y ejecución, disminuyendo su problema principal que es la filtración del agua de riego a lo largo de su recorrido, mejorando la conducción hidráulica del canal Yéncala León hacia los terrenos de cultivos de los agricultores beneficiados.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

La zona agrícola de la provincia de Lambayeque, se abastece de agua para riego del Sistema de Hidráulico Tinajones. El agua de riego llega a través del Río Lambayeque, el mismo que en el repartidor Chescope deriva sus aguas al canal principal Lambayeque que es un lateral de primer orden. De este canal nace el canal de segundo orden San Romualdo, del cual nace el canal Yéncala León.

El Sub Sector Hidráulico Lambayeque constituye uno de los quince (15) sub sectores pertenecientes a la Junta de Usuarios Chancay Lambayeque con un área total bajo riego de 7,737.88 ha. y que involucra en promedio a un total de 1,708 usuarios. El Sub Sector Hidráulico Lambayeque se encuentra dentro del conocido Sector Hidráulico Lambayeque, complementando a este sector el Sub Sector Chiclayo, organizacionalmente estos sub sectores se agrupan en Comisiones de Usuarios, y específicamente como organización de productores agrícolas reconocida oficialmente, cuyo manejo de predios agrícolas por usuario es menor a 3ha en promedio; con ello, se grafica la condición de minifundio en el Sector Hidráulico que involucra a más de 1,708 familias directa e indirectamente dependientes de la principal actividad económica en la zona.

Este canal construido en tierra en la década de los setenta con el paso del tiempo ha ido ampliando su cobertura de riego, viendo mermado el volumen de agua en todo el recorrido del canal, como consecuencia de la filtración, siendo más crítico el abastecimiento de las zonas que se encuentran aguas abajo, quienes reciben de manera deficiente el caudal solicitado.

Se observa que el canal se encuentra un poco profundo con respecto a los terrenos agrícolas, lo que ocasiona frecuentes deslizamientos de tierra de los taludes hacia la caja de canal. Del mismo modo en el resto del trayecto del canal se produce continuamente arenamientos en el fondo de la caja hidráulica, por el asentamiento de los materiales en suspensión. Esto trae como consecuencia que periódicamente los usuarios tengan que efectuar manualmente la descolmatación del fondo del canal.

El mejoramiento del canal Yéncala León del Sub Sector Hidráulico Lambayeque, permitirá tener una mejor eficiencia en la operatividad del agua de riego, para los usuarios hombres y mujeres de este canal de riego, lo cual contribuirá a mejorar la productividad y producción de cultivos y crianzas.

La ejecución del proyecto se enmarca dentro de los objetivos del Gobierno Central, dirigidos al fortalecimiento y desarrollo sostenido del sector agrario y pecuario, referido a la producción, abastecimiento, modernización de la organización agraria, así como la preservación de los recursos renovables, ejecutando acciones para la implementación y operación de sistemas destinados a la irrigación de los suelos agrícolas, a fin de ofrecer condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Así mismo el proyecto para el Mejoramiento del canal Yéncala León del Sub Sector Hidráulico Lambayeque, se enmarca dentro del Plan de Desarrollo Regional Concertado de la Municipalidad Provincial de Lambayeque, específicamente en el objetivo estratégico de promover la competitividad en la región para lograr un desarrollo económico sostenido, mediante la mejora de la productividad y rentabilidad de los principales sistemas productivos garantizando la seguridad alimentaria de la región y el desarrollo de la agro exportación.

De igual manera la ejecución del proyecto contribuirá al logro del objetivo estratégico de la Junta de Usuarios siendo este mejorar la base física del Sistema Tinajones.

Finalmente la evaluación realizada a lo largo del canal, se determina que se debe mejorar el canal mediante revestimiento, esto por presentar pérdidas por infiltración, en tal sentido la Junta de Usuarios Chancay Lambayeque y la Comisión de Usuarios de Agua Lambayeque han solicitado a la Municipalidad Provincial de Lambayeque, el financiamiento para revestir el canal Yéncala León y así mitigar en parte el problema de las fuertes filtraciones de agua beneficiando de esta manera a los 136 usuarios que dependen directamente de este servicio.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Criterios para diseños de canales abiertos.**

#### **2.2.1.1. Generalidades**

La (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010), indica que lo que define a un proyecto de riego es su planteamiento hidráulico y es fundamental debido a que es allí donde son definidas las estrategias de funcionamiento del sistema de riego (captación, conducción – canal abierto o a presión -, regulación); es por ello que para poder desarrollar el planteamiento hidráulico del presente proyecto se deben implementar los diseños de la infraestructura identificada en la etapa de campo; canales, obras de arte (acueductos, canoas, alcantarillas, tomas laterales etc.), obras especiales (bocatomas, desarenadores, túneles, sifones, etc) etc.

La (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010), refiere que el caudal es un factor clave para definir las dimensiones de los diseños de las obras proyectadas, el mismo que se encuentra relacionado a la disponibilidad del recurso hídrico (hidrología), tipo de suelo, tipo de cultivo, condiciones climáticas, métodos de riego, etc., en otras palabras, mediante la conjunción de la relación agua – suelo – planta. De manera que cuando se trata de la planificación de un proyecto de riego, la formación y experiencia del diseñador tiene mucha importancia, destacándose en esta especialidad la ingeniería agrícola.

#### **2.2.1.2. Canales de riego por su función**

Los canales de riego, según la (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010), adoptan las siguientes denominaciones:

- A. Canal de primer orden.** O también llamado canal madre o de derivación, trazado con una pendiente mínima.
- B. Canal de segundo orden.** Son conocidos como laterales, son los canales que nacen del canal madre y su caudal es derivado hacia los sub – laterales.
- C. Canal de tercer orden.** Llamados también sub – laterales y nacen de los canales laterales, el caudal que ingresa a ellos es repartido hacia las propiedades individuales a través de las

tomas del solar, el área de riego que sirve un sub – lateral se conoce como unidad de rotación.

De lo anterior mencionado se puede deducir que una unidad de riego la conforman varias unidades de rotación; asimismo, varias unidades de riego constituyen un sistema de riego, este sistema adopta el nombre o codificación del canal madre o de primer orden.

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

La (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010) considera elementos topográficos, geológicos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos, ambientales, agrológicos, entre otros.

#### **A. Trazo de canales**

Para el trazo de un canal o un sistema de canales es fundamental recabar información básica consistente en:

Fotografías aéreas, imágenes satelitales, para localizar los poblados, caseríos, áreas de cultivo, vías de comunicación, etc.

Planos topográficos y catastrales.

Estudios geológicos, salinidad, suelos y demás información que pueda conjugarse en el trazo de canales.

La data obtenida se procesa en gabinete y se le da un trazo preliminar, el mismo que se replantea en campo, realizando los ajustes necesarios, logrando al final el trazo definitivo.

Si no existe información topográfica básica se procede a realizar el levantamiento del relieve del canal, siguiendo los siguientes pasos:

- a) Reconocimiento del terreno.** Se visita la zona, anotando cada detalle que influye para determinar un eje probable de trazo, definiendo el punto inicial y el punto final (georreferenciados).
- b) Trazo preliminar.** Se levanta la zona, haciendo uso de estacas para realizar la poligonal preliminar y luego el levantamiento con estación total, después se nivelará la poligonal y se hará el levantamiento

de secciones transversales, las mismas que se harán de acuerdo a criterio, si es un terreno con una alta distorsión de relieve, la sección se hace a cada 5 m, si el terreno no muestra muchas variaciones y es uniforme la sección es máximo a cada 20 m.

**c) Trazo definitivo.** Con Aquí se procede al trazo definitivo, basándose en la escala del plano, la misma que depende esencialmente de la topografía de la zona y de la precisión que se desea:

Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, se recomienda escala de 1:500.

Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, se recomienda escalas de 1:1000 a 1:2000.

## **B. Radios mínimos en canales**

La (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010), recomienda elegir un radio mínimo de curvatura cuando se presente un cambio brusco de dirección, debido a que si se trazan curvas con radios mayores al mínimo no significaría ningún ahorro de energía, por lo que la eficiencia hidráulica de la curva no será mayor.

Las siguientes tablas indican radios mínimos según el autor o la fuente:

**Tabla 1.**

*Radio mínimo en función al caudal*

<b>Capacidad del canal</b>	<b>Radio mínimo</b>
Hasta 10 m <sup>3</sup> /s	3 * ancho de la base
De 10 a 14 m <sup>3</sup> /s	4 * ancho de la base
De 14 a 17 m <sup>3</sup> /s	5 * ancho de la base
De 17 a 20 m <sup>3</sup> /s	6 * ancho de la base
De 20 m <sup>3</sup> /s a más	7 * ancho de la base

Los radios mínimos deben ser redondeados hasta el próximo metro superior

*Fuente: (International Institute For Land Reclamation And Improvement ILRI, 1978)*

**Tabla 2.**

*Radio mínimo en canales abiertos para  $Q < 20 \text{ m}^3/\text{s}$*

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

*Fuente: (Ministerio de Agricultura y Alimentación, 1978)*

**Tabla 3.**

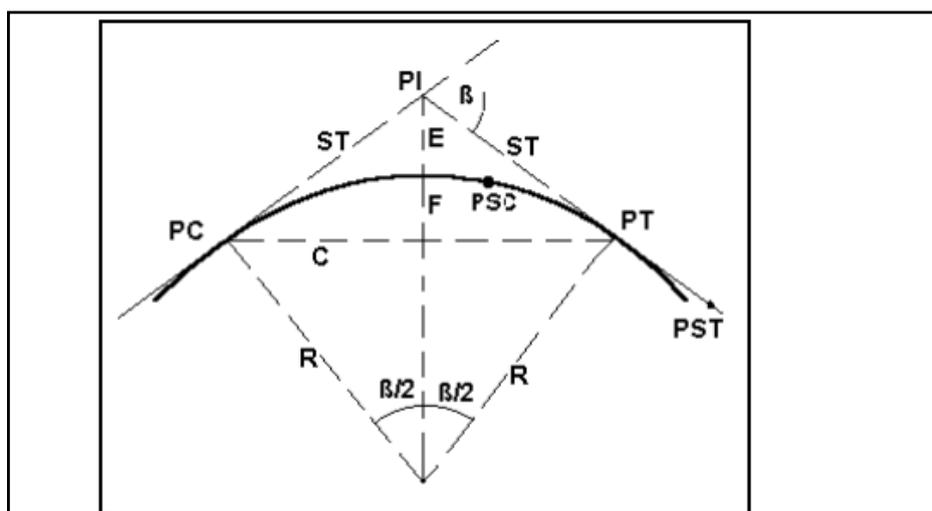
*Radio mínimo en canales abiertos en función del espejo de agua*

Canal de riego		Radio mínimo	
Tipo	Radio	Tipo	Radio
Sub – canal	4T	Colector principal	5T
Lateral	3T	Colector	5T
Sub – lateral	3T	Sub – colector	5T

Siendo T el ancho superior del espejo de agua

*Fuente: (Salzgitter Consult GMBH, 1984)*

### C. Elementos de una curva



**Figura 1:** Elementos de una curva

*Fuente: (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010)*

Donde:

A: Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m

C: Cuerda larga, es la cuerda que subtiende la curva desde PC hasta PT

$\beta$ : Ángulo de deflexión, formado en el PI

E: External, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz

F: Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga

G: Grado, es el ángulo central

LC: Longitud de curva que une PC con PT

PC: Principio de una curva

PI: Punto de inflexión

PT: Punto de tangente

PSC: Punto sobre curva

PST: Punto sobre tangente

R: Radio de la curva

ST: Sub tangente, distancia del PC al PI

#### **D. Rasante de un canal**

Una vez definido el trazo del canal, se proceden a dibujar el perfil longitudinal de dicho trazo, las escalas más usuales son de 1:1000 ó 1:2000 para el sentido horizontal y 1:100 ó 1:200 para el sentido vertical, normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10. El procesamiento de la información y dibujo se puede efectuar empleando el software AUTOCAD CIVIL 3D (AUTOCAD clásico, AUTOCAD LAND, AUTOCAD MAP o AUTOCAD CIVIL).

Para el diseño de la rasante se debe tener en cuenta:

La rasante se debe trabajar sobre la base de una copia del perfil longitudinal del trazo

Tener en cuenta los puntos de captación cuando se trate de un canal de riego y los puntos de confluencia si es un dren u obra de arte.

La pendiente de la rasante de fondo, debe ser en lo posible igual a la pendiente natural promedio del terreno (optimizar el

movimiento de tierras), cuando esta no es posible debido a fuertes pendientes, se proyectan caídas o saltos de agua.

Para definir la rasante del fondo se prueba con el caudal especificado y diferentes cajas hidráulicas, chequeando la velocidad obtenida en relación con el tipo de revestimiento a proyectar o si va ser en lecho natural, también se tiene la máxima eficiencia o mínima infiltración.

El plano final del perfil longitudinal de un canal, debe presentar como mínimo la siguiente información.

Kilometraje

Cota de terreno

BMs (cada 500 ó 1000 m)

Cota de rasante

Pendiente

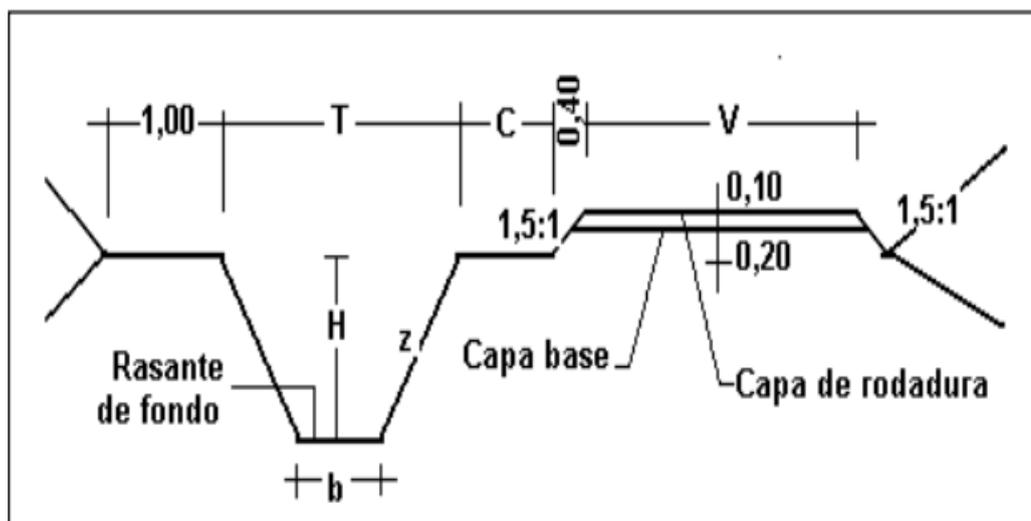
Indicación de las deflexiones del trazo con los elementos de curva

Ubicación de las obras de arte

Sección o secciones hidráulicas del canal, indicando su kilometraje

Tipo de suelo

Cuadro con elementos geométricos e hidráulicos del diseño



**Figura 2:** Sección típica de un canal

Fuente: (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010)

Donde:

T = Ancho superior del canal

b = Plantilla

z = Valor horizontal de la inclinación del talud

C = Berma del camino, puede ser: 0,5; 0,75; 1,00 m., según el canal sea de tercer, segundo o primer orden respectivamente.

V = Ancho del camino de vigilancia, puede ser: 3; 4 y 6 m., según el canal sea de tercer, segundo o primer orden respectivamente.

H = Altura de caja o profundidad de rasante del canal.

En algunos casos el camino de vigilancia puede ir en ambos márgenes, según las necesidades del canal, igualmente la capa de rodadura de 0,10 m. a veces no será necesaria, dependiendo de la intensidad del tráfico.

## **E. Sección Hidráulica Óptima**

### **Determinación de Máxima Eficiencia Hidráulica**

La (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010) indica que un canal posee una máxima eficiencia hidráulica cuando para la misma área y pendiente conduce el mayor caudal posible, ésta condición está referida a un perímetro húmedo mínimo. Se determina con la ecuación:

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

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

### **Determinación de Mínima Infiltración**

Se aplica cuando se quiere obtener la menor pérdida posible de agua por infiltración en canales de tierra, esta condición depende del tipo de suelo y del tirante del canal, la ecuación que determina la mínima infiltración es: (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010)

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

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

**Tabla 4.**

*Relación plantilla vs tirante para, máxima eficiencia, mínima infiltración y el promedio de ambas*

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

*Fuente: (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010)*

De todas las secciones trapezoidales, la más eficiente es aquella donde el ángulo  $\alpha$  que forma el talud con la horizontal es  $60^\circ$ , además para cualquier sección de máxima eficiencia debe cumplirse:  $R = y/2$

Donde:

R = Radio hidráulico

y = Tirante del canal

No siempre se puede diseñar de acuerdo a las condiciones mencionadas, al final se imponen una serie de circunstancias locales que imponen un diseño propio para cada situación.

#### **F. Diseño de secciones hidráulicas**

La (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010), establece que se deben 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.

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

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

Donde:

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

n = Rugosidad

A = Área (m<sup>2</sup>)

R = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

### **Criterios de diseño**

Son diversos los factores que se deben considerar como: el caudal a conducir, factores geométricos e hidráulicos de la sección, materiales de revestimiento, la topografía existente, la geología y geotecnia de la zona, los materiales disponibles en la zona o en el mercado más cercano, costos de materiales, disponibilidad de mano de obra calificada, tecnología actual, optimización económica, socioeconomía de los beneficiarios, climatología, altitud, etc. Si se tiene en cuenta todos estos factores, se llegará a una solución técnica y económica más conveniente. (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010)

**a) Rugosidad.** Está definida por el cauce y el talud del canal, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el canal. Por lo general, al diseñar Canales de tierra se asume que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, no obstante, el valor de rugosidad inicialmente asumido difícilmente se conservará con el tiempo. En canales proyectados con revestimiento, la rugosidad es función del material usado, que puede ser de concreto, geomanta, tubería PVC ó HDP ó metálica, o si van a trabajar a presión atmosférica o presurizados. La siguiente tabla nos da valores de “n” estimados, estos valores pueden ser refutados

con investigaciones y manuales, sin embargo, no dejan de ser una referencia para el diseño:

**Tabla 5.**

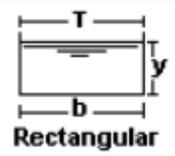
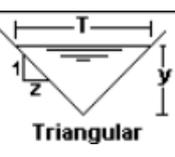
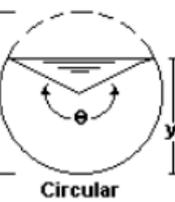
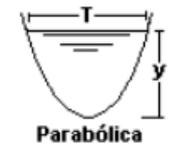
*Valores de rugosidad “n” de Manning*

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

*Fuente: (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010)*

**Tabla 6.**

*Relaciones geométricas de las secciones transversales más frecuentes*

Sección	Área hidráulica <b>A</b>	Perímetro mojado <b>P</b>	Radio hidráulico <b>R</b>	Espejo de agua <b>T</b>
 <b>Rectangular</b>	<b><math>by</math></b>	<b><math>b+2y</math></b>	<b><math>\frac{by}{b+2y}</math></b>	<b><math>b</math></b>
 <b>Trapezoidal</b>	<b><math>(b+zy)y</math></b>	<b><math>b+2y\sqrt{1+z^2}</math></b>	<b><math>\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}</math></b>	<b><math>b+2zy</math></b>
 <b>Triangular</b>	<b><math>zy^2</math></b>	<b><math>2y\sqrt{1+z^2}</math></b>	<b><math>\left(1 \cdot \frac{\sin \theta}{\theta}\right) \cdot \frac{D}{4}</math></b>	<b><math>2zy</math></b>
 <b>Circular</b>	<b><math>\frac{(\theta \cdot \sin \theta) D^2}{8}</math></b>	<b><math>\frac{\theta D}{2}</math></b>	<b><math>\left(1 \cdot \frac{\sin \theta}{\theta}\right) \frac{D}{4}</math></b>	<b><math>\left(\sin \frac{\theta}{2}\right) D</math> ó <b><math>2\sqrt{y(D-y)}</math></b></b>
 <b>Parabólica</b>	<b><math>\frac{2}{3} T y</math></b>	<b><math>T + \frac{8y^2}{3T}</math></b>	<b><math>\frac{2T^2 y}{3T + 8y^2}</math></b>	<b><math>\frac{3A}{2y}</math></b>

*Fuente:* (Villón Bejar, Diseño de estructuras hidráulicas, 2003)

**b) Talud apropiado según el tipo de material.** Depende de diversos factores, pero en especial de la clase de terreno donde están alojados, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda un talud único de 1,5:1 para sus canales, a continuación, se presenta un cuadro de taludes apropiados para distintos tipos de material:

**Tabla 7.***Taludes apropiados para distintos tipos de material*

<b>Material</b>	<b>Talud (h : v)</b>
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25:1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5:1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5:1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

*Fuente: (Aguirre, 1974)***Tabla 8.***Pendientes laterales en canales según tipo de suelo*

<b>Material</b>	<b>Canales poco profundos</b>	<b>Canales profundos</b>
Roca en buenas condiciones	Vertical	0.25:1
Arcillas compactas o conglomerados	0.5:1	1:1
Limos arcillosos	1:1	1.5:1
Limos arenosos	1.5:1	2:1
Arenas sueltas	2:1	3:1
Concreto	1:1	1.5:1

*Fuente: (Aguirre, 1974)*

- c) Velocidades máxima y mínima permisible.** La Es la que no permite la sedimentación, su valor es variable y no es posible determinarlo con exactitud. El valor de 0.8 m/seg se considera como la velocidad apropiada que no permite sedimentación y además impide el crecimiento de plantas en el canal.

**Tabla 9.***Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de v*

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

*Fuente: (Krochin Sviatoslav, 1978)*

Para velocidades máximas, en general, los canales viejos soportan mayores velocidades que los nuevos; además un canal profundo conducirá el agua a mayores velocidades sin erosión, que otros menos profundos.

**Tabla 10.***Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia*

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

*Fuente: (Krochin Sviatoslav, 1978)*

La Tabla 10, da valores de velocidad admisibles altos, sin embargo, la U.S. BUREAU OF RECLAMATION, recomienda que, para el caso de revestimiento de canales de hormigón no armado, las velocidades no deben exceder de 2.5 – 3.0 m/seg. Para evitar la posibilidad de que el revestimiento se levante.

Si se desea proyectar tomas laterales u obras de alivio lateral, es necesario controlar las velocidades con pozas de regulación para no producir turbulencias que originen perturbaciones y no puedan cumplir con su objetivo.

- d) Borde libre.** Es el espacio entre la cota de la corona y la superficie del agua, no existe ninguna regla fija que se pueda aceptar universalmente para el cálculo del borde libre, debido a que las fluctuaciones de la superficie del agua en un canal, se puede originar por causas incontrolables.

La U.S. BUREAU OF RECLAMATION recomienda estimar el borde libre con la siguiente fórmula:

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

Donde:

Borde libre: en pies

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

Y = Tirante del canal en pies

La secretaría de Recursos Hidráulicos de México, recomienda los siguientes valores en función del caudal:

**Tabla 11.**

*Borde libre en función del caudal*

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

*Fuente: (Ministerio de Agricultura y Alimentación, 1978)*

(Villón, 1995), sugiere valores en función de la plantilla del canal:

**Tabla 12.**

*Borde libre en función de la plantilla del canal*

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

*Fuente: (Villón Bejar, 1981)*

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

Se puede usar un espesor de 5 a 7.7 cm para canales pequeños y medianos, y 10 a 15 cm para canales medianos y grandes

**Tabla 13.**

*Revestimiento en función al caudal*

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

*Fuente: Ministerio de Agricultura y Alimentación (1978)*

Para canales con revestimiento con geomembranas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Para canales pequeños se debe usar geomembrana de PVC y para canales grandes geomembrana de polietileno - HDP.

Los espesores de la geomembrana, varían entre 1 a 1.5 mm

Si el canal se ubica en zonas en donde puede ser vigilado permanentemente, por lo tanto, no puede ser afectada la membrana.

Características y cuidado en las actividades de operación y mantenimiento. (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2010)

Técnica y cuidados de instalación de la geomembrana

El grupo social a servir tiene que capacitado para el manejo de dicho tipo de revestimiento.

También se puede usar asociada la geomembrana con un revestimiento de concreto; la geomembrana actúa como elemento impermeabilizante (el concreto se deteriora con las bajas temperaturas) y el concreto como elemento de protección, sobre todo cuando se trata de obras ubicadas por encima de los 4,000 m.s.n.m. o zonas desoladas.

## **H. Juntas**

Viene a ser el espacio entre los ladrillos inmediatos unos a otros de una construcción que se llena de mortero o de cemento a fin de unirlos y ligarlos sólidamente.

### **Tipos de juntas:**

- a) **Juntas de contracción transversal.** Son utilizadas para prevenir agrietamiento transversal 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 5.00 m.
- b) **Juntas de contracción longitudinales.** Sirven para prevenir agrietamientos longitudinales en canales, cuyo perímetro de revestimiento es igual o mayor a 9.00 m. y se espacian entre sí de 2.50 a 4.50 m.
- c) **Juntas de dilatación o expansión:** se instalan cuando el canal entra en contacto con estructuras fijas.

## **2.2.2. Puentes.**

### **2.2.2.1. Definición**

Para el MTC, es una estructura construida para sortear un obstáculo y dar continuidad a una vía. Por lo general, sirve de sostén para un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía. Los puentes que soportan un canal o conductos de agua se llaman acueductos. Aquellos construidos sobre terreno seco o en un valle, viaductos.

### **2.2.2.2. Clasificación**

Los puentes se clasifican de diferentes maneras:

#### **A. Según la naturaleza de la vía soportada**

Se distinguen puentes para carretera, para ferrocarril, para trenes eléctricos de pasajeros, para acueductos, puentes para peatones y los puentes para aviones que existen en los aeropuertos; también existen puentes de uso múltiple.

## **B. Según el material**

Existen puentes de piedra, madera, sogas, hierro, acero, concreto armado, concreto preesforzado, y últimamente de materiales compuestos (fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.). La clasificación se hace considerando el material constitutivo de los elementos portantes principales.

## **C. Según el sistema estructural principal**

Los puentes se clasifican en las siguientes tres grandes categorías: los puentes tipo viga, los puentes tipo arco, y los puentes suspendidos.

### **a) Los puentes tipo viga**

Generalmente, son tramos simplemente apoyados, tramos isostáticos tipo gerber o cantiléver, tramos hiperestáticos o continuos. Aquí el elemento portante principal está sometido fundamentalmente a esfuerzos de flexión y cortante.

### **b) Los puentes en arco**

Entre su variedad, tenemos a los de tablero superior, de tablero intermedio y de tablero inferior, de tímpano ligero o de tímpano relleno o tipo bóveda.

Los puentes pórtico pueden ser considerados un caso particular de los puentes tipo arco, existen con columnas verticales y con columnas inclinadas.

### **c) Los puentes suspendidos**

Pueden ser colgantes, atirantados o una combinación de ambos sistemas.

## **D. Según la forma de la geometría en planta**

Los puentes pueden ser rectos, esviados o curvos.

## **E. Según su posición respecto a la vía considerada**

Se clasifican como pasos superiores y pasos inferiores.

## **F. Según el tiempo de vida previsto**

Los puentes se clasifican en puentes definitivos y en puentes temporales

### **a) Puentes Definitivos**

Tienen que diseñarse con una vida útil de 75 años.

## **b) Puentes Temporales**

Como su mismo nombre lo sugiere, son utilizados por un tiempo limitado, el mismo que no puede ser mayor de 5 años.

## **G. Según la Demanda de Tránsito y Clase de la Carretera**

En el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2013, Sección 101 se clasifica las carreteras en función de la demanda de tránsito como: Autopistas de Primera Clase, Autopistas de Segunda Clase, carreteras de 1ra. Clase, de 2da. Clase, de 3ra. Clase y Trochas Carrozables. En consecuencia, por consistencia con la norma de diseño de carreteras, los puentes en el Perú se clasificarán en la misma forma:

Puentes para Autopistas de Primera Clase

Puentes para Autopistas de Segunda Clase

Puentes para carreteras de 1ra. Clase

Puentes para carreteras de 2da. Clase

Puentes para carreteras de 3ra. Clase Y

Puentes para Trochas Carrozables

La sección transversal en los puentes mantendrá la sección típica del tramo de la carretera en el que se encuentra el puente, incluyendo las bermas.

El diseño geométrico de la sección transversal de los puentes, deberá cumplir con lo establecido en el Artículo 2.1.4.3.2.}

## **H. Clasificación de acuerdo a la Importancia Operativa**

Se debe asignar la importancia operativa del puente de acuerdo a la siguiente clasificación:

Puentes Importantes

Puentes Típicos

Puentes relativamente menos importantes

En base a esta clasificación, se asignará el factor  $n_i$  según lo indicado en el artículo 2.3.2.5 (1.3.5 AASHTO)

Mediante este factor, se incrementa los efectos de las cargas de diseño para los puentes importantes y se disminuye para los

puentes relativamente menos importantes.

### **I. Clasificación para fines del Diseño Sísmico**

Para fines del diseño sísmico de los puentes, el Propietario deber clasificar el puente en una de las tres categorías siguientes según su importancia:

- Puentes Críticos,
- Puentes Esenciales, u
- Otros puentes

#### **a) Puentes Esenciales**

Estos puentes deben, como mínimo, estar abiertos para vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño, con un periodo de retorno de 1000 años.

#### **b) Puentes Críticos**

Deben permanecer abiertos para el tránsito de todo tipo de vehículos y deben poder ser utilizados por vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después de un sismo con un periodo de retorno de 2500 años.

#### **c) Otros puentes**

Los puentes que no son críticos ni esenciales.

De acuerdo a esta clasificación se deberá considerar los efectos sísmicos según lo especificado en el Art. 2.4.3.11.6 del Manual de Puentes.

### **J. Según el sistema de construcción**

- Puentes Segmentales
- Puentes Lanzados
- Puentes sobre Obra Falsa
- Puentes Prefabricados

### **2.2.2.3. Ubicación y elección del tipo de puente**

Para ello se debe tener en cuenta:

- A.** Localización de la estructura o ubicación en cuanto a sitio, alineamiento, pendiente y rasante.
- B.** Tipo de puente que resulte más adecuado para el sitio escogido, teniendo en cuenta su estética, economía, seguridad y funcionalidad.
- C.** Forma geométrica y dimensiones, analizando sus accesos, superestructura, infraestructura, cauce de la corriente y fundaciones.
- D.** Obras complementarias tales como: barandas, drenaje de la calzada y de los accesos, protección de las márgenes y rectificación del cauce, si fuera necesario forestación de taludes e iluminación.
- E.** En caso de obras especiales conviene recomendar sistemas constructivos, equipos, etapas de construcción y todo aquello que se considere necesario para la buena ejecución y estabilidad de la obra.

### **2.2.2.4. Estudios básicos de ingeniería para el diseño de puentes**

#### **A. Estudios topográficos**

Permiten definir de manera precisa la ubicación y dimensiones de los elementos estructurales, además de la información básica para los otros estudios.

#### **B. Estudios de hidrología e hidráulicos**

Aquí son establecidas las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas y extraordinarias y los factores hidráulicos.

#### **C. Estudios geológicos y geotécnicos**

Establecen las características geológicas, tanto locales como generales de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran, identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

#### **D. Estudios de riesgo sísmico**

Tienen como finalidad determinar los espectros de diseño que definen las componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de la cota de cimentación.

#### **E. Estudios de impacto ambiental**

Identifican el problema ambiental, para diseñar proyectos con mejoras ambientales y evitar, atenuar o compensar los impactos adversos.

#### **F. Estudios de tráfico**

Cuando la magnitud de la obra lo requiera, será necesario efectuar los estudios de tráfico correspondiente a volumen y clasificación de tránsito en puntos establecidos, para determinar las características de la infraestructura vial y la superestructura del puente.

#### **G. Estudios complementarios**

Son estudios complementarios a los estudios básicos como: instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, señalización, coordinación con terceros y cualquier otro que sea necesario al proyecto.

#### **H. Estudios de trazo y diseño vial de los accesos**

Definen las características geométricas y técnicas del tramo de carretera que enlaza el puente en su nueva ubicación con la carretera existente.

#### **I. Estudio de alternativas a nivel de anteproyecto**

Propuesta de diversas soluciones técnicamente factibles, para luego de una evaluación técnica-económica, elegir la solución más conveniente.

### **2.2.2.5. Geometría**

#### **A. Sección transversal**

El ancho de la sección transversal de un puente no será menor que el ancho del camino de acceso al puente, y podrá contener: vías de tráfico, vías de seguridad (bermas), veredas, ciclovía, barreras y barandas, elementos de drenaje.

El puente debe estar integrado completamente al desarrollo del proyecto geométrico de la carretera tanto en planta como en perfil.

### **B. Ancho de vía (calzada)**

Tanto como sea posible, los puentes se construirán para acomodar el carril de diseño estándar y las bermas adecuadas.

El número de carriles de diseño según AASTHO Art. 3.6.1.1.1, se determina tomando la parte entera de la relación  $w/3.6$ , siendo  $w$  el ancho libre de calzada (m). Cuando las vías de tráfico tienen menos de 3.60m el número de vías de diseño se toma igual al número de vías de tráfico.

### **C. Bermas**

Es el tramo adyacente al carril que sirve de apoyo a los vehículos que se estacionan por emergencias. Su ancho varía desde un mínimo de 0.60 m en carreteras rurales menores, siendo preferible 1.8 a 2.4 m, hasta al menos 3.0 m, y preferentemente 3.6 m, en carreteras mayores. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que anchos superiores a 3.0 m predisponen a su uso no autorizado como vía de tráfico.

### **D. Veredas**

Son utilizadas con fines de flujo peatonal o mantenimiento. Para velocidades de hasta 70 km/h es posible colocar veredas directamente, en cambio para velocidades mayores se deben agregar barreras para proteger el tránsito peatonal. El ancho mínimo de las veredas es 1.00m. En zonas urbanas las veredas peatonales deben tener como mínimo 1.50m de ancho.

### **E. Cordón barrera**

Tiene entre otros propósitos el control del drenaje y delinear el borde de la vía de tráfico. Su altura varía en el rango de 15 a 20 cm, y no son adecuados para prevenir que un vehículo deje el carril.

### **F. Barandas**

Se instalan a lo largo del borde de las estructuras de puente cuando existen pases peatonales, o en puentes peatonales, para protección de los usuarios. La altura de las barandas será no menor que 1.10 m, en ciclovías será no menor que 1.40 m.

Una baranda puede ser diseñada para usos múltiples (caso de barandas combinadas para peatones y vehículos) y resistir al choque con o sin la acera. Sin embargo, su uso se debe limitar a carreteras donde la velocidad máxima permitida es 70 km/h. Para velocidades mayores, a fin de proteger a los peatones es preferible utilizar una barrera de concreto.

### **G. Barreras de concreto**

Su propósito principal es contener y corregir la dirección de desplazamiento de los vehículos desviados que utilizan la estructura, por lo que deben estructural y geoméricamente resistir al choque. Brindan además seguridad al tráfico peatonal, ciclista y bienes situados en las carreteras y otras áreas debajo de la estructura. Deben ubicarse como mínimo a 0.60 m del borde de una vía y como máximo a 1.20 m. En puentes de dos vías de tráfico puede disponerse de una barrera como elemento separador entre las vías.

No debe colocarse barandas peatonales (excepto barandas diseñadas para usos múltiples) en lugar de las barreras, pues tienen diferente función. Mientras las barandas evitan que los peatones caigan del puente, las barreras contienen y protegen el tránsito vehicular.

### **H. Pavimento**

Puede ser rígido o flexible y se dispone en la superficie superior del puente y accesos. El espesor del pavimento se define en función al tráfico esperado en la vía.

### **I. Losas de transición**

Son losas de transición con la vía o carretera, apoyadas en el terraplén de acceso. Se diseñan con un espesor mínimo de 0.20 m.

### **J. Drenaje**

La pendiente de drenaje longitudinal debe ser la mayor posible, recomendándose un mínimo de 0.5%.

La pendiente de drenaje transversal mínima es de 2% para las superficies de rodadura.

En caso de rasante horizontal, se utilizan también sumideros o lloraderos, de diámetro suficiente y número adecuado. Son típicos drenes de material anticorrosivo,  $\varnothing 0.10\text{m}$  cada  $4.00\text{m}$ , sobresaliendo debajo del tablero  $5\text{cm}$  como mínimo. El agua drenada no debe caer sobre las partes de la estructura.

#### **K. Gálidos**

Los gálidos horizontal y vertical para puentes urbanos serán el ancho y la altura necesarios para el paso del tráfico vehicular. El gálido vertical no será menor que  $5.50\text{ m}$ .

Los gálidos especificados pueden ser incrementados si el asentamiento pre calculado de la superestructura excede los  $2.5\text{ cm}$ .

El gálido vertical en los puentes peatonales será  $0.30\text{m}$  más alto que el de los vehiculares.

En puentes sobre cursos de agua se debe considerar como mínimo una altura libre de  $1.50\text{m}$  sobre el nivel máximo de las aguas. Para el caso de ríos que arrastran palizadas y troncos se considerará una altura libre de  $2.50\text{m}$ .

Los puentes construidos sobre vías navegables deben considerar los gálidos de navegación de esas vías; a falta de información precisa, el gálido horizontal podrá ser, por lo menos, dos veces el ancho máximo de las embarcaciones, más un metro.

#### **L. Juntas de dilatación**

Para permitir la expansión o la contracción de la estructura por efecto de los cambios de temperatura, se colocan juntas en sus extremos y otras secciones intermedias en que se requieran. Las juntas deben sellarse con materiales flexibles, capaces de tomar las expansiones y contracciones que se produzcan y ser impermeables.

#### **2.2.2.6. Normatividad**

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., 2014, 7th Edition.

### 2.2.2.7. Cargas

#### A. Cargas permanentes (DC, DW y EV)

DC = Peso propio de los componentes estructurales y accesorios  
no estructurales\*

DW = Peso propio de las superficies de rodamiento e instalaciones  
para servicios públicos\*

EV = Presión vertical del peso propio del suelo de relleno

**Tabla 14.**

#### *Pesos unitarios*

Material	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )
Acero	7850
Agua fresca	1000
salada	1020
Albañilería de piedra	2700
Aleaciones de aluminio	2800
Arcilla blanda	1600
Arena, limo o grava no compactados	1600
Arena, limo o arcilla compactadas	1900
Concreto simple	1760
Liviano	1920
De arena liviana	2320
Peso normal con $f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$2240 + 0.23 f'c$
Peso normal con $350 < f'c \leq 1050 \text{ kg/cm}^2$	Peso concreto simple + $80 \text{ kg/m}^3$
Grava, macadam o balasto compactados	2240
Hierro fundido	7200
Madera dura	960
Blanda	800
Relleno de ceniza	960
Superficies de rodamiento bituminosas	2240
Material	Peso por unidad de longitud (kg/m)
Rieles de tránsito, durmientes y fijadores de vía	300

El Manual de Puentes 2016, Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Perú, difiere en lo siguiente:

- El Art. 2.4.2.1 especifica como cargas (DC) todos los elementos que son indispensables para que la estructura funcione como tal. Para las cargas (DW) refiere el peso de todos los elementos no estructurales tales como: veredas, superficies de rodadura, balasto, rieles, durmientes, barandas, postes, tuberías, ductos y cables.

Lo anterior sin embargo no está concordado con el Art. 2.4.5.2 del mismo Manual, que refiere:

DC = carga muerta de componentes estructurales y no estructurales.

DW = carga muerta de la superficie de rodadura y dispositivos auxiliares.

### B. Sobrecargas vivas (LL y PL) (Art. 3.6.1.2)

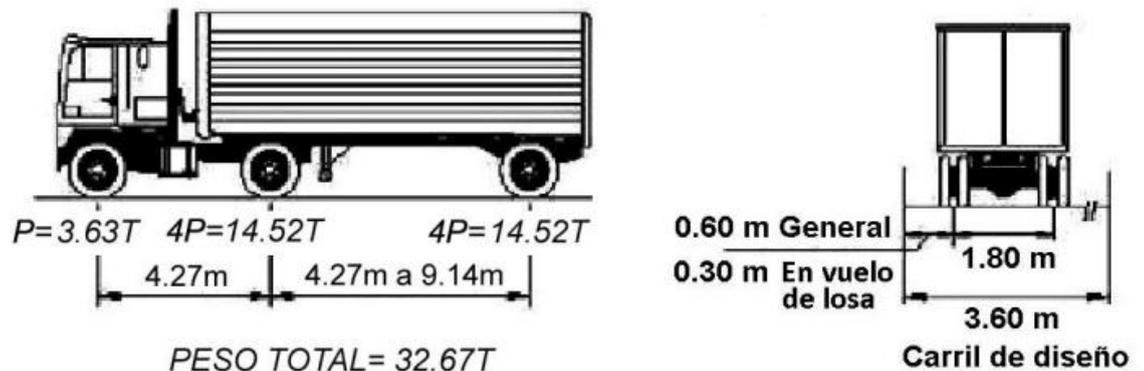
LL= sobrecarga vehicular

PL= sobrecarga peatonal

La Carga HL-93 es un modelo teórico expresado por:

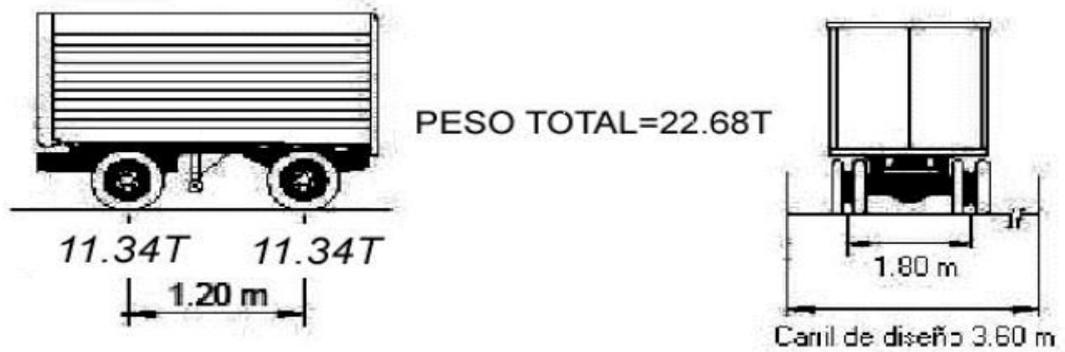
Carga HL-93:

1.-Camión de diseño:

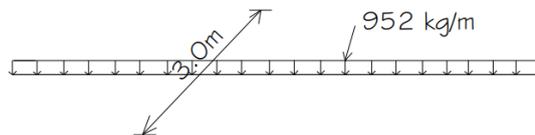


La distancia entre los dos ejes más pesados se toma como aquella que, estando entre los límites de  $4.27m$  y  $9.14m$ ., resulta en los mayores efectos.

## 2.-Tandem de diseño:



## 3.-Carga de carril de diseño:



### APLICACIÓN (Art. 3.6.1.3)

a) La sobrecarga vehicular de diseño es considerada como una combinación de: Camión de diseño o tandem de diseño + Carga de carril de diseño.

b) Para momento negativo entre puntos de contraflexión bajo carga uniforme, así como en la reacción de pilares interiores se considera: 90 por ciento de la sollicitación debida a dos camiones de diseño (con ejes posteriores a 4.27m) separados como mínimo 15.24m entre el eje delantero de un camión y el eje trasero del otro, combinada con 90 por ciento de la sollicitación debida a la carga del carril de diseño.

### Carga de Fatiga (Art. 3.6.1.4)

Para el chequeo por fatiga se utiliza un camión similar al camión de diseño, pero con los ejes posteriores separados 9.14m

### Presencia de Múltiples Sobrecargas (Art. 3.6.1.1.2)

La sollicitación extrema correspondiente a sobrecargas se determinará considerando las posibles combinaciones de carriles cargados, multiplicando por un factor de presencia múltiple. No es aplicable al estado límite de fatiga.

**Tabla 15.***Factor de Presencia Múltiple*

<b>Número de canales cargados</b>	<b>Factor de presencia múltiple (m)</b>
1	1.20
2	1.00
3	0.85
> 3	0.65

No es aplicable para el estado de Fatiga, para el cual se utiliza la carga de fatiga sin importar el número de carriles. Los factores de distribución de los Art. 4.6.2.2 y 4.6.2.3 (excepto cuando se utiliza el método estático) se deberán dividir por 1.20

Las cargas peatonales se pueden considerar como un carril cargado.

**Incremento por Carga Dinámica: IM (Art. 3.6.2)**

Los efectos estáticos del camión o tandem de diseño, a excepción de las fuerzas centrífugas y de frenado, deberán ser mayores en los siguientes porcentajes:

**Tabla 16.***Incremento por Carga Dinámica*

<b>Componente</b>	<b>IM</b>
Juntas del tablero – todos los estados límites	75%
Todos los demás componentes	15%
Estado límite de fatiga y fractura	33%
Todos los demás estados límites	

Nota. - No se aplica a cargas peatonales ni a cargas de carril de diseño. Tampoco en muros de sostenimiento no solicitados por reacciones verticales de la superestructura ni en componentes de fundaciones que estén completamente por debajo del nivel del terreno.

En caso de componentes enterrados como en el caso de alcantarillas, el porcentaje se deberá tomar como:

$$IM = 33(1.0 - 0.41D_t) \geq 0\%$$

Siendo  $D_t$ : profundidad mínima de la cubierta de tierra sobre la estructura (m)

### **C. Fuerzas centrífugas: CE (Art. 3.6.3)**

Se toman como el producto entre los pesos por eje del camión o tandem de diseño y el factor C, dado por:

$$C = f \frac{V^2}{gR}$$

Siendo:

f = 1.0 para el estado de fatiga y 4/3 para otras combinaciones

V = velocidad de diseño de la carretera (m/s)

R = radio de curvatura del carril de circulación (m)

g = 9.81 m/s<sup>2</sup>

Las fuerzas centrífugas se aplican horizontalmente a una distancia de 1.80 m sobre la calzada. Se deben emplear además los factores de presencia múltiple. No se aplica el incremento por carga dinámica IM. Se desprecia la carga de carril (sobrecarga distribuida).

### **D. Fuerza de frenado: BR (Art. 3.6.4)**

Se asume el mayor valor de 25% de los pesos por eje del camión o tandem de diseño 5% del camión o tandem de diseño más la carga de carril. La fuerza de frenado debe ubicarse en todos los carriles de diseño que se consideren cargados y que transporten tráfico en la misma dirección.

### **E. Carga sobre veredas, barandas y sardineles**

#### **a) Sobrecargas en Veredas (Art. 3.6.1.6)**

Se aplicará una carga peatonal de 366 kg/m<sup>2</sup> en todas las aceras de más de 0.60m de ancho, y esta carga se considerará simultáneamente con la sobrecarga vehicular de diseño, excepto

cuando los vehículos pueden subir sobre la vereda. Los puentes para uso peatonal y para el tráfico de bicicletas se diseñan para una carga viva de 420 kg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, deberá evaluarse también la posible circulación de vehículos de emergencia o mantenimiento los cuales no se incrementan por efectos dinámicos ni son combinados con la carga viva de diseño.

#### **b) Fuerzas sobre Sardineles**

Los sardineles deberán diseñarse para soportar una fuerza lateral no menor que 760 kg por metro de sardinel, aplicada en el tope del sardinel o a una elevación de 0.25 m sobre el tablero si el sardinel tuviera mayor altura.

#### **c) Fuerzas sobre Barandas (Art. 13.2)**

Se aplica el estado límite de evento extremo para el diseño. No es necesario aplicar las cargas transversales y longitudinales simultáneamente con las cargas verticales.

##### **TL-1 Nivel de Ensayo Uno**

Usado en zonas donde las velocidades permitidas son bajas y para las calles locales de muy bajo volumen y baja velocidad.

##### **TL-2 Nivel de Ensayo Dos**

Usado en zonas de trabajo y la mayor parte de las calles locales y colectoras en las cuales las condiciones del emplazamiento son favorables; también donde se prevé un pequeño número de vehículos pesados y las velocidades permitidas son reducidas.

##### **TL-3 Nivel de Ensayo Tres**

Usado para un amplio rango de carreteras principales de alta velocidad donde la presencia de vehículos pesados es muy reducida y las condiciones del emplazamiento son favorables.

##### **TL-4 Nivel de Ensayo Cuatro**

Usado para la mayoría de las aplicaciones en carreteras de alta velocidad, autovías, autopistas y carreteras interestatales en las cuales el tráfico incluye camiones y vehículos pesados.

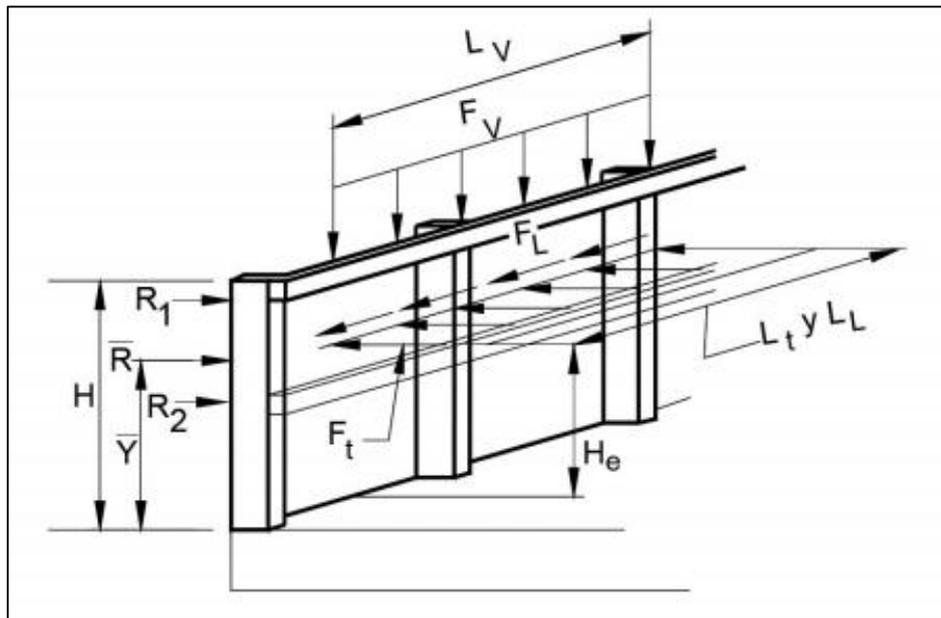
##### **TL-5 Nivel de Ensayo Cinco**

Usado para las mismas aplicaciones que el TL-4 y también cuando el tráfico medio diario contiene una proporción

significativa de grandes camiones o cuando las condiciones desfavorables del emplazamiento justifican un mayor nivel de resistencia de las barandas.

### TL-6 Nivel de Ensayo Seis

Usado cuando se anticipa la presencia de camiones tipo tanque o cisterna u otros vehículos similares de centro de gravedad elevado, particularmente cuando este tráfico se combina con condiciones desfavorables del sitio de emplazamiento.



**Figura 3:** Fuerzas de diseño en una baranda metálica, ubicación en altura y longitud de distribución horizontal

**Tabla 17.**

*Fuerzas de diseño para las barreras para tráfico vehicular*

Fuerzas de diseño y tecnología	Niveles de ensayo para las barandas					
	TL-1	TL-2	TL-3	TL-4	TL-5	TL-6
Transversal $F_t(N)$	60.000	120.000	240.000	240.000	550.000	780.000
Longitudinal $F_L(N)$	20.000	40.000	80.000	80.000	183.000	260.000
Vertical descendente $F_v(N)$	20.000	20.000	20.000	80.000	355.000	355.000
$L_t$ y $L_L$ (mm)	1220	1220	1220	1070	2440	2440
$L_v$ (mm)	5500	5500	5500	5500	12.200	12.200
$H_e$ (mín) (mm)	460	510	610	810	1070	1420
Mínima altura del riel H (mm)	685	685	685	810	1070	2290

**F. Fuerza de colisión de un vehículo: CT (Art. 3.6.5)**

Los estribos y pilas de puentes ubicados a 9.0 m o menos del borde de la calzada se deberán diseñar para una fuerza estática equivalente de 272t, la cual se asume actúa en una dirección de 0° a 15° con el borde del pavimento en un plano horizontal, a una altura de 1.5 m sobre el nivel del terreno.

No es necesario aplicar esta fuerza, en el caso de estructuras protegidas por terraplenes o barreras antichoques.

**G. Cargas hidráulicas: WA (Art. 3.7)**

**a) Presión Hidrostática.** - Incide perpendicularmente a la superficie, y se calcula como el producto entre la altura de la columna de agua sobre el punto considerado, la densidad del agua y g (aceleración de la gravedad).

**b) Flotabilidad.** - Fuerza de levantamiento tomada como la sumatoria de las componentes verticales de las presiones hidrostáticas. Actúa sobre todos los componentes debajo del nivel de agua.

**c) Presión de Flujo.** - La presión de flujo de agua, actuando en la dirección longitudinal de las subestructuras se tomará como:

$$p = 52.6C_D V^2$$

Donde:

p: presión del agua (kg/m<sup>2</sup>)

v: velocidad del agua para la inundación de diseño (resistencia y servicio) y para la inundación de control (evento extremo), en m/s

$C_D$ : coeficiente de arrastre para pilas

**Tabla 18.**

*Coeficiente de arrastre*

Tipo	$C_D$
Pila con borde de ataque semicircular	0.7
Pila de extremo cuadrado	1.4
Arrastres acumulados contra la pila	1.4
Pila con borde de ataque en forma de cuña, ángulo del borde de ataque $\leq 90^\circ$	0.8

La fuerza de arrastre longitudinal será el producto entre la presión de flujo longitudinal y la proyección de la superficie expuesta a dicha presión.

**d) Carga Lateral.** - La presión lateral uniformemente distribuida que actúa sobre una subestructura debido a un caudal de agua que fluye formando un ángulo  $\theta$  respecto del eje longitudinal de la pila será:

$$p = 52.6C_L V^2$$

Donde:

p: presión lateral (kg/m<sup>2</sup>)

$C_D$ : coeficiente de arrastre lateral

**Tabla 19.**

*Coefficiente de arrastre lateral*

<b>Ángulo <math>\Theta</math></b>	<b><math>C_L</math></b>
0°	0
5°	0.5
10°	0.7
20°	0.9
$\geq 30^\circ$	1.0

- e) Carga del Oleaje.** - Se deberá considerar si se anticipa que se pueden desarrollar fuerzas de oleaje significativas.
- f) Empuje hidrodinámico.** - Presiones adicionales origina Empuje hidrodinámico das por la masa del agua al ocurrir un sismo podrán estimarse con las fórmulas de Westergard o cualquier otro procedimiento equivalente.
- g) Socavación.** - Se deberá considerar en los estados límites de resistencia y servicio. El nivel de cimentación del puente debe estar por lo menos 1.0m por debajo de la profundidad de socavación calculada.

#### **H. Carga de viento: WL y WS (Art. 3.8)**

WL = viento sobre la sobrecarga

WS= viento sobre la estructura

- a) Presión Horizontal del Viento.** - La carga de viento se asume está uniformemente distribuida sobre el área expuesta al viento. Para puentes a más de 9.15m sobre el nivel del terreno o del agua, la velocidad de viento de diseño se deberá ajustar con:

$$V_{DZ} = 2.5V_0 \left( \frac{V_\theta}{V_B} \right) \ln \left( \frac{Z}{Z_0} \right)$$

Donde:

$V_{DZ}$ : velocidad del viento de diseño a la altura de diseño Z (km/h)

$V_0$ : velocidad friccional (km/h)

$V_\theta$ : velocidad del viento a 9.15 m sobre el nivel del terreno o agua de

diseño (km/h). En ausencia de datos  $V_D=V_B=160$  km/h

$V_B$ : velocidad básica del viento igual a 160 km/h a una altura de 9.15 m

$Z_0$ : longitud de fricción que trae el viento aguas arriba (m)

$Z$ : altura de la estructura > 9.15 m

**Tabla 20.**

Valores de  $V_0$  y  $Z_0$

Condición	Terreno abierto	Área suburbana	Área urbana
$V_0$ (km/h)	13.2	17.5	19.3
$Z_0$ (m)	0.07	1.00	2.50

**b) Presión de Viento sobre las Estructuras: WS**

$$P_D = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)^2 = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{160} \right)^2$$

Donde:

$P_D$ : presión del viento de diseño (kg/m<sup>2</sup>)

$P_B$ : presión básica del viento (kg/m<sup>2</sup>)

**Tabla 21.**

Presiones básicas  $P_B$  correspondientes a  $V_B = 160$  km/h

Componente de la superestructura	Carga a barlovento (kg/m <sup>2</sup> )	Carga a sotavento (kg/m <sup>2</sup> )
Reticulados, columnas y arcos	245	122
Vigas	245	No aplicable
Grandes superficies planas	195	No aplicable

La carga de viento total no se deberá tomar menor que 445 kg/m en el plano de un cordón a barlovento ni 223 kg/m en el plano de un cordón a sotavento de un componente reticulado o en arco, ni se deberá tomar menor que 445 kg/m en componentes de vigas o vigas cajón.

**c) Cargas de las Superestructuras.** - Si el viento no se considera normal a la estructura, la presión básica del viento  $P_B$  para diferentes ángulos de dirección del viento se puede tomar según la Tabla N° 22. El ángulo de oblicuidad se deberá medir a partir de una perpendicular al eje longitudinal. Las presiones transversal y longitudinal se deberán aplicar simultáneamente.

**Tabla 22.**

$P_B$  para diferentes ángulos de ataque ( $V_B = 160$  km/h)

Ángulo de oblicuidad del viento (°)	Reticulados, columnas y vigas		Vigas	
	Carga lateral (kg/m <sup>2</sup> )	Carga longitudinal (kg/m <sup>2</sup> )	Carga lateral (kg/m <sup>2</sup> )	Carga longitudinal (kg/m <sup>2</sup> )
0	365	0	245	0
15	342	60	215	30
30	317	137	200	60
45	230	200	160	78
60	117	245	83	93

Para los puentes viga y losa comunes que tienen longitud de tramos individuales no mayores a 38m y una altura máxima de 9.15m sobre el nivel del terreno o agua, se pueden utilizar las siguientes cargas de viento:

245 kg/m<sup>2</sup>, transversal

60 kg/m<sup>2</sup>, longitudinal

**d) Fuerzas Aplicadas Directamente a la Subestructura.**

Las fuerzas transversales y longitudinales a aplicar directamente a la subestructura se deberán calcular en base a una presión básica del viento supuesta de 195 Kg/m<sup>2</sup>. Para direcciones del viento oblicuas respecto de la estructura, esta fuerza se deberá

resolver en componentes perpendiculares a las elevaciones posterior y frontal de la subestructura.

#### **e) Presión de Viento sobre los Vehículos: WL**

Si hay vehículos presentes, la presión del viento de diseño se aplicará tanto a la estructura como a los vehículos. La presión del viento sobre los vehículos se debe representar como una fuerza interrumpible y móvil de 150 kg/m actuando normal a la calzada y 1.80m sobre la misma, y se deberá transmitir a la estructura.

Si el viento sobre los vehículos no es normal a la estructura, las componentes de fuerza normal y paralela aplicadas a la sobrecarga viva se pueden tomar como:

**Tabla 23.**

*Componentes del viento sobre la sobrecarga viva*

<b>Ángulo de oblicuidad respecto a la normal a la superficie (°)</b>	<b>Componente normal (kg/m)</b>	<b>Componente paralela (kg/m)</b>
0	150	0
15	130	18
30	122	36
45	98	48
60	50	57

Para los puentes viga y losa comunes que tienen longitud de tramos individuales no mayores a 38m y una altura máxima de 9.15m sobre el nivel del terreno o agua, se pueden utilizar las siguientes cargas de viento:

150 kg/m, transversal

60 kg/m, longitudinal

#### **f) Presión Vertical del Viento**

En el diseño de puentes y componentes estructurales que pueden

ser sensibles al viento, se debe considerar una fuerza de viento vertical ascendente de  $100\text{kg/m}^2$  por el ancho del tablero, incluyendo los parapetos y aceras, como una carga lineal longitudinal. Se debe aplicar sólo para los estados límites Resistencia III y Servicio IV que no involucran viento actuando sobre la sobrecarga, y sólo cuando la dirección del viento se toma perpendicular al eje longitudinal del puente. Se aplicará en el punto correspondiente a un cuarto del ancho del tablero a barlovento juntamente con las cargas de viento horizontales especificadas.

#### **g) Inestabilidad Aeroelástica.**

Todos los puentes y sus componentes estructurales, cuya relación longitud de tramo/ancho o profundidad sea superior a 30, se deberán considerar sensibles al viento, y por lo tanto deberán considerar en su diseño, solicitaciones aeroelásticas.

#### **I. Efectos sísmicos: EQ (Art. 3.10 AASHTO)**

Las cargas sísmicas se toman como solicitaciones horizontales determinadas en base al coeficiente de respuesta elástica,  $C_{sm}$ , y al peso equivalente de la superestructura, ajustados por el factor de modificación de respuesta, R.

##### **a) Procedimiento general**

Se usarán los coeficientes de aceleración del terreno máxima  $PGA(0.0s)$  y los de periodos espectrales corto  $S_S(0.2s)$  y largo  $S_S(1.0s)$  para 5% de amortiguamiento crítico. Dichos valores se determinan con los mapas de isoaceleración obtenidos para un suelo tipo roca B.

##### **b) Clases de Sitio**

Los sitios se clasifican según la Tabla N° 24, de acuerdo a su rigidez determinada por la velocidad de la onda de corte superior a 100ft. La prueba de penetración estándar (SPT), el número de golpes y la resistencia al corte de las muestras de suelo no drenadas también pueden usarse para la clasificación.

**Tabla 24.***Definición Clase de Sitio*

<b>Clases de sitio</b>	<b>Tipo de suelo y perfil</b>
A	Roca dura con medida de velocidad de onda de corte, $V_S > 5,000$ ft/s
B	Roca en $2,500$ ft/s $< V_S < 5,000$ ft/s
C	Suelo muy denso y roca suelo $1,200$ ft/s $< V_S < 2,500$ ft/s, o con cualquier $N > 50$ golpes/ft, o $S_u > 2.0$ ksf
D	Suelo rígido con $600$ ft/s $< V_S < 1,200$ ft/s, o con cualquiera $15 < N < 50$ golpes/ft, o $1.0 < S_u < 2.0$ ksf
E	Perfil de suelo con $V_S < 600$ ft/s o con cualquiera $N < 15$ golpes/ft o $S_u < 1.0$ ksf, o cualquier perfil con más de 10 ft de arcilla blanda definida como suelo con $PI > 20$ , $w > 40\%$ y $S_u < 0.5$ ksf
F	Suelos que requieren evaluaciones específicas de sitio, tales como: Turbas o arcillas altamente orgánicas ( $H > 10$ ft de turba o arcilla orgánica donde $H$ = espesor del suelo) Arcillas de alta plasticidad ( $H > 25$ ft con $PI > 75$ ) Estratos de arcillas de buen espesor, blandas o semirrígidas ( $H > 120$ ft)

**Excepciones:** cuando las propiedades del suelo no son conocidas con suficiente detalle para determinar la clase de sitio, se emprenderá una investigación de sitio suficiente para definir su clase. Las clases de sitio Q o F no serán supuestas a no ser que la entidad determine la clase de sitio E o F o estas sean establecidas por datos geotécnicos.

Donde:

$V_S$  = Promedio de velocidad de onda de corte para perfiles de superiores a los 100 ft

$N$  = Promedio de la cantidad de golpes (golpes/ft) de la prueba SPT (ASTM D1586) para perfiles de suelo superiores a 100 ft

$S_u$  = Promedio de resistencia al corte no drenada en ksf (ASTM D2166 o ASTM D28509)

$PI$  = Índice plástico (ASTM D2216)

$w$  = Contenido de humedad (ASTM D2216)

### c) Factores de Sitio

Los factores de sitio  $F_{pga}$ ,  $F_a$  y  $F_v$ , serán usados en el período cero y en el rango de períodos corto y largo. Estos factores se determinan usando la clase de sitio dada en la Tabla N° 24, y los valores de los coeficientes PGA,  $S_s$  y  $S_l$  que se elaboren mediante estudios para las distintas zonas del país.

**Tabla 25.**

*Valores de Factor de Sitio,  $F_{pga}$  en Periodo – Cero en el Espectro de Aceleración*

Clase de sitio	Coeficiente aceleración pico del terreno (PGA) <sup>1</sup>				
	PGA < 0.10	PGA = 0.20	PGA = 0.30	PGA = 0.40	PGA > 0.50
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1	1	1	1	1
<b>C</b>	1.2	1.2	1.1	1	1
<b>D</b>	1.6	1.4	1.2	1.1	1
<b>E</b>	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
<b>F<sup>2</sup></b>	*	*	*	*	*

NOTAS:

1. Usar línea recta de interpolación para valores intermedios de PGA
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F.

**Tabla 26.**

*Valores de Factor de Sitio,  $F_a$ , para rango de Periodo Corto en el Espectro de Aceleración*

Clase de sitio	Coeficiente aceleración espectral en periodo 0.2 sec (Ss) <sup>1</sup>				
	Ss < 0.25	Ss = 0.50	Ss = 0.75	Ss = 1.00	Ss > 1.25
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>C</b>	1.2	1.2	1.1	1	1
<b>D</b>	1.6	1.4	1.2	1.1	1
<b>E</b>	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
<b>F<sup>2</sup></b>	*	*	*	*	*

NOTAS:

1. Usar la interpolación lineal para valores intermedios de  $S_s$ .
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

**Tabla 27.**

*Valores de Factor de Sitio,  $F_v$ , para rango de Periodo Largo en el Espectro de Aceleración*

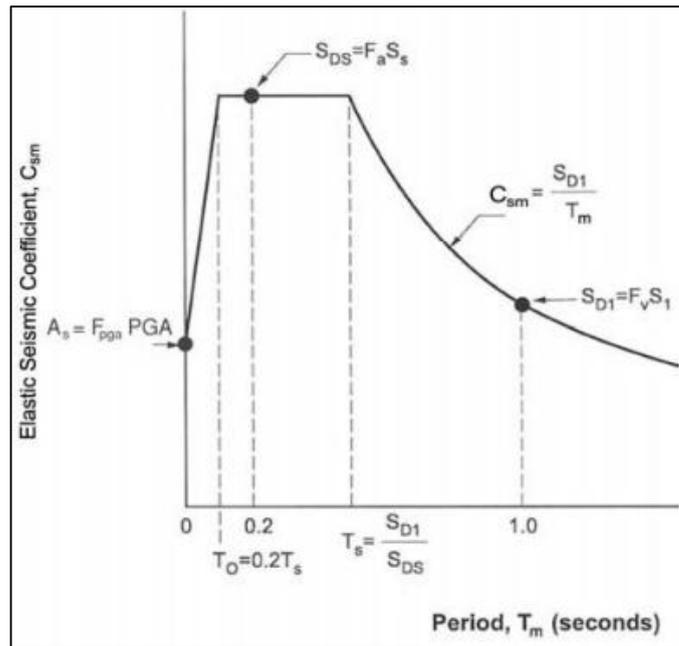
Clase de sitio	Coeficiente aceleración espectral en periodo 0.1 sec ( $S_1$ ) <sup>1</sup>				
	$S_1 < 0.25$	$S_1 = 0.50$	$S_1 = 0.75$	$S_1 = 1.00$	$S_1 > 1.25$
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>C</b>	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
<b>D</b>	2.4	2	1.8	1.6	1.5
<b>E</b>	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
<b>F<sup>2</sup></b>	*	*	*	*	*

NOTAS:

1. Usar la interpolación lineal para valores intermedios de  $S_1$
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

#### **d) Espectro de Respuesta de Diseño**

El espectro de respuesta al 5% de diseño amortiguado se efectúa tal como se especifica en la Grafico N° 04. Este espectro se calcula usando los picos mapeados de los coeficientes de aceleración del terreno y los coeficientes de aceleración espectral escalados en los periodos corto, largo y de los factores de sitio  $F_{pga}$ ,  $F_a$  y  $F_v$  respectivamente



**Figura 4:** Espectro de Respuesta de Diseño

#### e) Coeficiente de Respuesta Sísmico Elástico

Para periodos menores o iguales a  $T_0$ , el coeficiente sísmico elástico para el movimiento mth de vibración,  $C_{sm}$   $C_{sm}$ , será:

$$C_{sm} = A_s + (S_{DS} - A_s) \left( \frac{T_m}{T_0} \right)$$

Donde:

$$A_s = F_{pga}(PGA)$$

$$S_{DS} = F_d S_s$$

$$PGA =$$

*coeficiente de aceleración pico del terreno sobre la roca (Sitio Clase B)*

$$S_s =$$

*coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal en 0.2 segundos de periodo sobre roca (Sitio Clase B)*

$$T_m = \text{periodo de vibración del modo mth (s)}$$

$$T_s = \text{periodo de referencia usado para definir la figura espectral} \\ = 0.2T_s \text{ (s)}$$

$T_m =$  *esquema del periodo en el cual los cambios de espectro de ser independiente del periodo pasa a ser transversalmente proporcional al periodo*  
 $= S_{DI}/S_{DS}(s)$

Para periodos mayores o iguales a  $T_0$  y menores o iguales a  $T_s$ , el coeficiente de respuesta sísmico elástico será tomado como:

$$C_{sm} = S_{DS}$$

Para periodos mayores que  $T_s$ , el coeficiente de respuesta sísmico elástico será tomado como:

$$C_{sm} = \left( \frac{S_{DI}}{T_m} \right)$$

$$S_{DI} = F_V S_I$$

$$S_I$$

= *coeficiente de aceleración de respuesta espectral horizontal en periodo de 1.0 seg sobre roca (Sitio Clase B)*

#### **f) Categoría según la importancia del puente**

**Puentes críticos:** son puentes que deben permanecer abiertos para el tránsito de todos los vehículos luego del sismo de diseño y poder ser usados por los vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después de un sismo importante (periodo de recurrencia de 2500 años).

**Puentes esenciales:** son aquellos que deberían como mínimo estar abiertos para el tránsito de vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño (periodo de recurrencia de 1000 años).

**Otros puentes**

### g) Zonas sísmicas

**Tabla 28.**

*Zonas sísmicas*

<b>Aceleración coeficiente, <math>S_{DI}</math></b>	<b>Zona sísmica</b>
$S_{DI} \leq 0.15$	1
$0.15 < S_{DI} \leq 0.30$	2
$0.30 < S_{DI} \leq 0.50$	3
$0.50 < S_{DI}$	4

### h) Factores de modificación de repuesta

Las solicitaciones sísmicas de diseño para las subestructuras y las uniones entre partes de estructuras listadas en la Tabla N° 29, se determinarán dividiendo las solicitaciones obtenidas mediante un análisis elástico por el correspondiente factor de modificación de respuesta R, especificado en las Tablas N° 29 y N° 30 respectivamente.

A modo de alternativa al uso de los factores R especificados en la Tabla N° 30, para conexiones, las uniones monolíticas entre elementos estructurales como por ejemplo las uniones columna-zapata, pueden diseñarse para transmitir las máximas solicitaciones que se pueden desarrollar por la rotulación inelástica de las columnas o los cabezales multi-columna que conectan especificado en el Art. 3.10.9.4.3.

Si se utiliza un método de análisis inelástico de historia tiempo, el factor de modificación de respuesta R, se deberá tomar igual a 1.0 para toda la subestructura y todas las uniones.

**Tabla 29.***Factores de Modificación de Respuesta – Subestructuras*

Subestructura	Categoría según la importancia		
	Crítica	Esencial	Otras
Pilar tipo muro – mayor dimensión	1.5	1.5	2.0
Caballetes de pilotes de hormigón armado	1.5	2.0	3.0
• Solo pilotes verticales	1.5	1.5	2.0
• Con pilotes inclinados			
Columnas simples	1.5	2.0	3.0
Caballetes de pilotes de acero o pilotes compuestos de acero y hormigón	1.5	3.5	5.0
• Solo pilotes verticales	1.5	2.0	3.0
• Con pilotes inclinados			
Caballetes multicolumna	1.5	3.5	5.0

**Tabla 30.***Factores de Modificación de Respuesta – Conexiones*

Unión	Todas las categorías
Superestructura – estribo	0.8
Juntas de expansión dentro de un tramo de la superestructura	0.8
Columnas, pilares o caballetes de pilotes – viga cabecera o superestructura	1.0
Columnas o pilares – fundaciones	1.0

**i) Aplicación**

Se deberá asumir que las cargas sísmicas actúan en cualquier dirección lateral. Las sollicitaciones sísmicas elásticas se deben combinar de la siguiente manera:

100% del valor absoluto en una de las direcciones ortogonales combinado con 30% del valor absoluto en la segunda dirección

ortogonal.

100% del valor absoluto en la segunda dirección ortogonal combinado con 30% del valor absoluto en la primera dirección ortogonal.

## **J. Deformaciones superpuestas: TU, TG, SH, CR, SE, PS (Art. 3.12)**

### **a) Temperatura uniforme (TU)**

Se deben considerar las sollicitaciones internas que la fluencia lenta (creep) y la contracción provocan en los componentes. Si es conveniente se debe incluir el efecto de gradiente de temperatura. Para calcular los efectos provocados por la deformación de origen térmico se deberá usar la diferencia entre el límite inferior o superior extendido y la temperatura básica supuesta de la construcción en el diseño.

La temperatura de referencia básica será la temperatura ambiente promedio durante las 48 horas antes del vaciado del concreto o antes de la colocación de aquellos elementos que determinan la hiperestaticidad de la estructura.

**Tabla 31.**

*Rangos de Temperatura (°C)*

<b>Material</b>	<b>Costa</b>	<b>Sierra</b>	<b>Selva</b>
Concreto armado o presforzado	10° a 40° C	-10° a +35° C	10° a 50° C
Acero	5° a 50° C	-20° a +50° C	10° a 602° C
Madera	10° a 40° C	-10° a +35° C	10° a 50° C

*Fuente: Manual de puentes, MTC (2016)*

### **b) Gradiente de Temperatura (TG)**

En superestructuras de concreto o de acero con tablero de

concreto, se supondrá un gradiente de temperatura, adicionalmente a los cambios de temperatura especificados.

Las diferencias de temperatura T1 y T2 corresponderán a los valores positivos dados en la Tabla, o a valores negativos obtenidos multiplicando aquellos de la Tabla por  $-0.5$ .

**Tabla 32.**

*Temperaturas que definen los Gradientes ( $^{\circ}\text{C}$ )*

Región	Sin asfalto		5 cm asfalto		10 cm asfalto	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Costa	40	15	35	15	30	15
Sierra	40	5	35	5	30	5
Selva	50	20	45	20	40	20

*Fuente: Manual de puentes, MTC (2016)*

### **c) Contracción diferencial (SH)**

Cuando corresponda deberán determinarse las deformaciones por contracción diferencial entre hormigones de diferentes edades o composiciones, y entre el hormigón y el acero.

### **d) Fluencia lenta (CR)**

Las deformaciones por fluencia lenta del hormigón (creep) y la madera deben estar de acuerdo con las disposiciones de las Secciones 5 y 8. Al determinar las solicitaciones y deformaciones provocadas por la fluencia lenta se deberá considerar la dependencia del tiempo y el cambio de las tensiones de compresión.

### **e) Asentamiento (SE)**

Se deberán considerar las solicitaciones provocadas por los valores extremos de los asentamientos diferenciales que ocurren en la subestructura.

### **f) Fuerzas secundarias de elementos postensados (PS)**

La aplicación de fuerzas de postensado sobre una estructura continua produce reacciones en los apoyos y fuerzas internas denominadas fuerzas secundarias, las cuales serán consideradas:

Empuje del suelo: EH, ES, LS, y DD (Art. 3.11)

EH: Empuje horizontal del suelo

ES: sobrecarga de suelo

LS: sobrecarga viva

DD: fricción negativa

Debida consideración se tomará también por las siguientes solicitaciones sobre la estructura de puente, en caso de ocurrencia:

CARGAS DE HIELO: IC

FUERZAS FRICCIONALES: FR

COLISIÓN DE EMBARCACIONES: CV

CARGAS EXPLOSIVAS: BL

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Captaciones.**

(Goicochea Flores & Reyes Gutiérrez, 2017), refieren que son estructuras que permiten derivar el agua desde la fuente que alimenta el sistema, la misma que puede ser una corriente natural, un embalse o un depósito de agua subterránea.

La captación consta de la bocatoma, el canal de aducción y el tanque sedimentador o desarenador.

### **2.3.2. Compuertas.**

Para (Goicochea Flores & Reyes Gutiérrez, 2017), son estructuras de control hidráulico. Su objetivo es obstaculizar el libre flujo de agua para su represamiento aguas arriba de la estructura y el aumento de la velocidad aguas abajo.

### **2.3.3. Transiciones.**

Las transiciones son estructuras que empalman tramos de canales que tienen secciones transversales diferentes en forma o en dimensión. Por ejemplo, un tramo de sección rectangular con uno de sección trapezoidal, o un tramo de sección rectangular de ancho  $b_1$  con otro rectangular de ancho  $b_2$ , etc.

#### **2.3.4. Tirante.**

Altura de Agua en la sección del canal.

#### **2.3.5. Caudal**

Cantidad de agua que circula por el canal en un determinado tiempo.

#### **2.3.6. Toma lateral**

Estructura para derivar agua que se entrega a un canal sub-lateral para la irrigación de terrenos de cultivo.

#### **2.3.7. Toma parcelaria**

Estructura para derivar agua a una parcela de terreno de cultivo adyacente al canal.

#### **2.3.8. Partidor**

Estructura que divide o conduce el caudal hacia un canal sub-lateral.

#### **2.3.9. Coloche**

Estructura que sirve para que un canal pueda cruzar un desnivel haciendo las veces de un puente.

#### **2.3.10. Borde libre.**

Es la distancia vertical entre el tirante del máximo caudal y la máxima altura de la sección del canal.

#### **2.3.11. Alcantarilla.**

(Goicochea Flores & Reyes Gutiérrez, 2017), la definen como conductos que pueden ser de sección circulares o de marco (cuadradas o rectangulares) usualmente enterradas, utilizadas en desagües o en cruces con carreteras, pueden fluir llenas o parcialmente llenas dependiendo de ciertos factores tales como: diámetro, longitud, rugosidad y principalmente los niveles de agua, tanto a la entrada como a la salida.

#### **2.3.12. Canteras.**

Depósito natural de material para ser utilizada en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y MATERIAL DE ESTUDIO**

### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

#### **3.1.1. De acuerdo con el fin que se persigue.**

Es del tipo de investigación aplicada porque, según (Murillo, 2008), busca conocer, determinar a través del conocimiento científico e ingenieril la aplicación inmediata para solucionar un problema que en este caso es el deficiente servicio de agua para riego.

#### **3.1.2. De acuerdo con los tipos de datos analizados:**

Es del tipo cuantitativo, como lo define (Baptista Lucio, Fernández Collado, & Hernández Sampieri, 2008), ya que los estudios que utilizan este enfoque confían en la medición numérica, el conteo, y en uso de estadística para establecer indicadores exactos.

### **3.2. Población y Muestra**

Es la comisión de Usuarios de Lambayeque, específicamente los agricultores pertenecientes al centro Poblado Yéncala León, son 136 usuarios que se beneficiarán, irrigando 337.34 has.

### **3.3. Material de estudio**

#### **3.3.1.1. Instrumentos y equipos utilizados para estudios básicos**

##### **A. Estudios topográficos**

Estación total

Miras

Prisma

Jalones

Estacas

Wincha de 50 metros

##### **B. Estudio de mecánica de suelos**

Taras

Balanza

Copa Casagrande

Ranurador

Juego de tamices  
Agitador mecánico  
Estufa, entre otros

### **C. Meteorología**

La estación meteorológica de Lambayeque

### **D. Software**

HCANALES  
AUTOCAD  
AUTOCAD CIVIL 3D  
S10  
MS PROYECT

#### **3.3.1.2. Formatos o fichas de diagnóstico, guías o manuales**

Validados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Los cuales permiten conocer y evaluar los factores que generan problemas hidráulicos de la infraestructura de riego.

### **3.4. Método y técnicas para recolección de datos**

#### **3.4.1. Método.**

El método usado es de una sola casilla. La información obtenida de campo de manera directa e indirecta, fue procesada en gabinete y para obtener un análisis cualitativo y cuantitativo, dadas las características geométricas e hidráulicas de la infraestructura hidráulica incluyendo sus obras de arte.

Para el diseño del canal de riego y sus obras de arte se consideraron los criterios técnicos, recomendaciones y parámetros de diseño dadas por la Autoridad Nacional del Agua, y uso de bibliografía especializada en diseño de obras hidráulicas. Para el cálculo y procesamiento de la información se utilizaron hojas de cálculo y software de dibujo, topografía que permitieron obtener planos de diseño del canal y obras de arte. También se usó software para costos y presupuestos.

### **3.4.2. Técnicas para la recolección de datos.**

#### ***3.4.2.1. Obtención de información directa***

La investigación se desarrolló utilizando la observación directa, lo que en palabras de (Baptista Lucio, Fernández Collado, & Hernández Sampieri, 2008), consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta”.

Esta técnica se da a través de recolección de datos donde se percibió los hechos, fenómenos y situaciones que presento la infraestructura de riego.

#### ***3.4.2.2. Obtención de información indirecta***

Además, se obtuvo información indirectamente, utilizando equipos topográficos para obtener características de terreno como altitud, coordenadas y ubicación de obras de arte. Información meteorológica y además se obtuvo muestras de suelo.

Para esto se usó Formatos o fichas de diagnóstico, guías o manuales validados por la ANA y el especialista en el área. Los cuales permitieron conocer y evaluar los factores que generan problemas hidráulicos de la infraestructura de riego.

### **3.4.3. Técnicas para el análisis de datos.**

La información obtenida de campo de manera directa e indirecta fue procesada en gabinete para su análisis cualitativo y cuantitativo, dadas las características geométricas e hidráulicas de la infraestructura, incluyendo sus obras de arte. Para el diseño del canal de riego y obras de arte se consideraron los criterios técnicos. Recomendaciones y para metros de diseño dadas por la ANA, y uso de bibliografía en diseño de obras hidráulicas.

## **CAPÍTULO IV: ESTUDIOS BASICOS**

### **4.1. Levantamiento topográfico**

El principal objetivo es obtener planos topográficos veraces y fidedignos, mientras que el objetivo secundario es obtener Bench Marks o puntos de control en cantidad suficiente a fin de poder verificar las cotas, lo cual es una técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente del mismo.

En efecto, se requiere una cantidad suficiente de puntos de control vertical e igualmente puntos de control horizontal para los casos de verificación, supervisión, replanteo del Proyecto y control topográfico durante la Construcción.

En la zona donde se realizó el levantamiento topográfico, se ubicó puntos de control horizontal con coordenadas UTM, también se ubicaron puntos de control vertical como son los BMs (m.s.n.m).

Obtener los datos que permitan establecer los gradientes hidráulicos del eje del canal, secciones transversales para el cálculo de las planillas de movimiento de tierras y la respectiva digitalización de planos, siendo el seccionamiento del canal a cada 5 ml. y la presentación de los planos de planta y perfil, secciones, sección típica de canal y obras de arte típicas a escala adecuadas a fin de que sean presentada en formato A3, A2, A1 y A0.

#### **4.1.1. Metodología del trabajo.**

##### **4.1.1.1. Aspectos generales**

El Levantamiento topográfico se desarrolla dentro del marco del trabajo topografía al detalle.

Los trabajos de control terrestre se llevaron a cabo desarrollando actividades siguientes:

Recopilación de información.

Reconocimiento y foto identificación de puntos de control terrestre.

Monumentación de los puntos de control.

Lectura de puntos de control terrestre.

#### **4.1.1.2. Personal**

En el presente proyecto se trabajó con el siguiente personal:

01 Topógrafo de Levantamiento.

03 prismeros.

01 Ayudante para trabajo con wincha.

01 Personal de seguridad

#### **4.1.1.3. Equipos**

En el presente proyecto se trabajó con los siguientes equipos:

01 Estación Total

01 Trípode de Aluminio.

03 prismas.

GPS

#### **4.1.1.4. Materiales**

Pinturas esmalte.

Wincha de 50.0 m.

Brochas.

Pinceles.

Combas

Estacas

#### **4.1.2. Definición de levantamiento topográfico.**

El levantamiento topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control horizontal y vertical. En efecto, se requiere por una parte una cantidad suficiente de puntos de control vertical e igualmente suficientes puntos de control horizontal para los casos de verificación y replanteo en el desarrollo del proyecto y posterior construcción.

Los trabajos topográficos efectuados consistieron en el levantamiento en planta del trazo del canal a revestir, perfil longitudinal, secciones transversales y ubicación de las obras de arte que forman parte del canal proyectado. En el proyecto los puntos de BM se encuentran ubicados estratégicamente fuera del área de trabajo, esto para no ser dañados por el personal ni la maquinaria durante la ejecución de la obra.

## **4.2. Estudio de mecánica de suelos**

### **4.2.1. Fase 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 canal y obras de arte. Las calicatas fueron efectuadas para El perfil del canal, las cuales estaban ubicadas a una distancia de 500 metros una de otra a lo largo del mismo y con una profundidad promedio de 2.00 m.

En esta fase se han tomado muestras alteradas en cada calicata, con la finalidad de determinar las características del suelo, de acuerdo a las técnicas de muestreo (ASTM D 420).

### **4.2.2. Fase De Laboratorio**

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

#### **Ensayos Standard**

Análisis granulométrico .....	ASTM – D 422
Límite Líquido .....	ASTM – D 4318
Límite Plástico .....	ASTM – D 4318
Contenido de Humedad.....	ASTM – D 2216
Corte Directo .....	ASTM - D3080

#### **Ensayos Especiales**

Sales Solubles Totales .....	ASTM – D1889
Porcentaje de Sulfatos .....	ASTM – D516
Porcentaje de Cloruros .....	ASTM – D512

#### **4.2.2.1. Descripción de Ensayos de Laboratorio**

##### **A. Contenido de humedad: NTP 339.127 (ASTM D2216)**

###### **Definición**

Se determina con ensayos de laboratorio con una relación directa con el peso seco del suelo y expresado en porcentaje.

La condición de suelo seco se consigue colocando éste en una estufa durante 24 horas a temperatura de 110°C, aunque hay suelos que necesitan más horas para secarse, por lo que es preferible secar las muestras hasta que no registre variación en su peso.

###### **Equipo**

Balanza Eléctrica con aproximación a 0,01 gramos.

Estufa con temperaturas 110°C

Cápsulas de metal.

###### **Procedimiento**

En campo, se obtuvieron muestras individuales en bolsas herméticas bien selladas de aproximadamente 80 gramos, con el objeto de preservar la humedad natural del suelo.

Luego en Laboratorio, se colocan la muestra húmeda en una cápsula metálica, pesada con anterioridad ( $W_{cáp}$ ), para luego ser pesada ( $W_{cáp} + \text{Suelo Húmedo}$ ).

Se coloca en la estufa, destapando la cápsula durante 24 horas a temperatura de 110°C.

Se extrae la cápsula de la estufa y se pesa ( $W_{cáp} + \text{Suelo Seco}$ ).

El valor del contenido de humedad será:

$$\text{Contenido de humedad} = \left[ \frac{(W_{cap} + S_h) - (W_{cap} + S_s)}{(W_{cap} + S_s) - W_{cap}} \right] * 100$$

## **B. Determinación de los límites de consistencia o límites de Atterberg**

### **Definición**

Por consistencia se entiende al grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Los principales se conocen con los nombres de Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Contracción.

Para determinar el Límite Líquido: Se amasa el suelo con una cantidad arbitraria de agua y se coloca en la cuchara de la Copa de Casagrande y gira en torno a un eje fijo unido a la base que la copa caiga periódicamente golpeándose contra la base. La altura de caída de la copa por especificación es de 1cm, medido verticalmente desde el punto de la copa que toca la base a caer, hasta la base misma, estando la copa en su punto más alto. La copa es esférica, con un radio interior de 54 mm, espesor 2 mm y peso 200 gramos.

Se abre un surco con un ranurador y se comienza a dar vueltas a la manivela, con lo cual por medio de una excéntrica se levanta la cuchara y se deja caer desde la altura de 1cm. Se prosigue hasta que las dos paredes del surco se unan en una longitud de 12 mm. Si esto ocurre después de dar exactamente 25 vueltas a la manivela, el suelo tiene un contenido de humedad de Límite Líquido.

Sin embargo, lo correcto no será esto, hay que construir un diagrama en el que se tomen en el eje de abscisas el logaritmo del número de golpes, y en el eje de ordenadas el contenido de humedad del suelo a escala natural.

De hecho, el límite líquido se determina conociendo 3 ó 4 contenidos de agua diferentes, con los correspondientes números de golpes y trazando la curva Contenido de Humedad vs Número de golpes. La ordenada de esta CURVA DE FLUIDEZ

correspondiente a la abscisa de 25 golpes, es el contenido de humedad correspondiente al límite líquido.

ATTERBERG CASAGRANDE, encontró experimentalmente que usando papel semilogarítmico (con los contenidos de humedad en escala aritmética y el número de golpes en escala logarítmica), esta curva es una RECTA CERCA DEL LÍMITE LÍQUIDO.

La ecuación de la Curva de Fluidez es:

$$W = F_w \log N + C$$

Donde:

W: Contenido de Humedad como porcentaje del peso seco.

F<sub>w</sub>: Índice de Fluidez, pendiente de la Curva de Fluidez, igual a la variación del contenido de humedad correspondiente a un ciclo de la escala logarítmica.

N: Número de golpes; si N es menor de 10, aproxímese a medio golpe. Por ejemplo, si en el 6º golpe se cerró la ranura 0,63cm (1/4") y en el 7º se cerró 1,9cm (3/4"), repórtese 6,5 golpes.

C: Constante que representa la ordenada de la abscisa de 1 golpe; se calcula prolongando el trazo de la Curva de Fluidez.

### **C. Para determinar el Límite Plástico**

Se hace rodar una pequeña porción de suelo húmedo entre la mano y un papel de filtro duro o un vidrio esmerilado, se moldean así rollitos de unos tres milímetros (1/8") de diámetro, la muestra de suelo va perdiendo agua y llega un momento en que no puede moldearse porque el suelo se agrieta o desmorona. En este momento el contenido de humedad de los rollitos es el Límite Plástico.

Para determinar el Límite de Contracción es necesario encontrar el Contenido de Humedad en el cual cesa la contracción de una masa de suelo aun cuando continúe en proceso de evaporación del agua. Un suelo muy húmedo al secarse se contrae, en el proceso de desecación la disminución de volumen sigue una ley en función de la pérdida de la humedad.

**Equipo:**

Base de triplay

Espátula

Tamiz N°40

Mortero

Agua

Capsulas metálicas

Estufa

Balanza electrónica

**D. Determinación del límite líquido (LL): NTP 339.129 (ASTM D4318)**

En campo, se extraen muestras individuales de cada estrato, en forma alterada.

En laboratorio, se pulveriza la muestra por medio de un mortero estando ésta en condición de seca al aire, para luego tamizarla a través de la malla N° 40 (0,425 mm.) hasta completar 250 gr de material pasante. Se debe asegurar mediante el uso del mortero, la destrucción de todos los grumos, ya que una de las principales fuentes de error del ensayo consiste en fallar en la obtención de una muestra realmente representativa, al permitir que muchos finos se queden retenidos en los grumos en la malla N° 40.

Colocar los 250 gr. de suelo en un recipiente de porcelana, añadir una pequeña cantidad de agua y mezclar cuidadosamente con la espátula hasta lograr en el suelo un color uniforme.

Verificar que en la Copa de Casagrande la altura de caída de 1cm, para luego colocar la muestra humedecida en la copa; se procede a efectuar, con el uso del ranurador, una ranura trapecial de 2 mm en el fondo, 11 mm. en la parte superficial y 8 mm. de altura. Enseguida, se gira la manivela a razón de dos por segundo, hasta lograr que se cierre la ranura de 30 a 33 golpes aproximadamente. Se puede ejecutar dos veces consecutivas para mejor precisión. Logrado lo anterior, se extrae una cantidad de 10 gr. como mínimo de la muestra alrededor de donde “cerró” la ranura; se coloca en

una cápsula metálica y se calcula su contenido de humedad tal como lo señalado anteriormente.

Se agrega otra pequeña cantidad de agua con la bombilla a la muestra que se retira de la copa, se mezcla cuidadosamente hasta lograr que la ranura cierre 1/2" (1,27cm) entre 23 y 26 golpes. Se repiten los pasos se busca que la ranura "cierre" entre 18 a 21 golpes.

Se dibuja en papel semilogarítmico los tres puntos hallados, y por intersección de la abscisa (25 golpes), se muestra su contenido de humedad correspondiente que será el Límite Líquido buscado.

#### **E. Determinación del límite plástico (LP): NTP 339.129 (ASTM D4318)**

En campo, se extraen muestras individuales alteradas en cada estrato.

En laboratorio, se toman 20 a 30 gr. de suelo que se había preparado con anterioridad durante la ejecución de la muestra para Límite Líquido, y se divide en varios pedazos o porciones pequeñas.

Se enrolla el suelo con la mano extendida sobre una base de triplay apoyada en una superficie lisa, con presión suficiente para moldearlo en forma de rollitos uniformes con movimientos hacia adelante y hacia atrás hasta llegar a 3 mm. Se debe romper en pequeños pedazos y con ellos moldear nuevamente una masa que a su vez vuelvan a enrollarse. El proceso de hacer masas de suelo y enrollarlas debe continuarse alternativamente hasta cuando los rollitos de suelos se rompan bajo la presión de enrollamiento, y no permita que se enrolle adicionalmente.

Una vez logrado lo anterior, se procede a tomar dos muestras de más de 10 gr. para obtención de su contenido de humedad; luego el Límite Plástico será el promedio de ambos valores.

Cuando no se puede terminar el límite plástico de un suelo, se dice que es no plástico (N.P) y en este caso el índice de plasticidad es igual a cero.

## F. Determinación del índice de plasticidad (IP)

Se define la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

**Tabla 33.**

*Características del suelo según su plasticidad*

IP	Plasticidad	Tipo de suelo	Cohesividad
0	No plástico	Arena	No cohesivo
< 7	Baja plasticidad	Limos	Parcialmente cohesivo
7 hasta 17	Plasticidad media	Arcilla limosa o limo arcillosa	Cohesivo
> 17	Altamente plástico	Arcilla	Cohesivo

## G. Análisis granulométrico por tamizado: NTP 339.128 (ASTM D422)

### Definición

Se denomina Análisis Granulométrico de un suelo a la división del mismo en diferentes fracciones seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes.

Las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentra comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo en forma correlativa para las distintas fracciones, de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de lo que le sigue correlativamente.

Bajo el título de Análisis Mecánico quedan comprendidos todos los métodos para la separación de un suelo en diferentes fracciones, según sus tamaños.

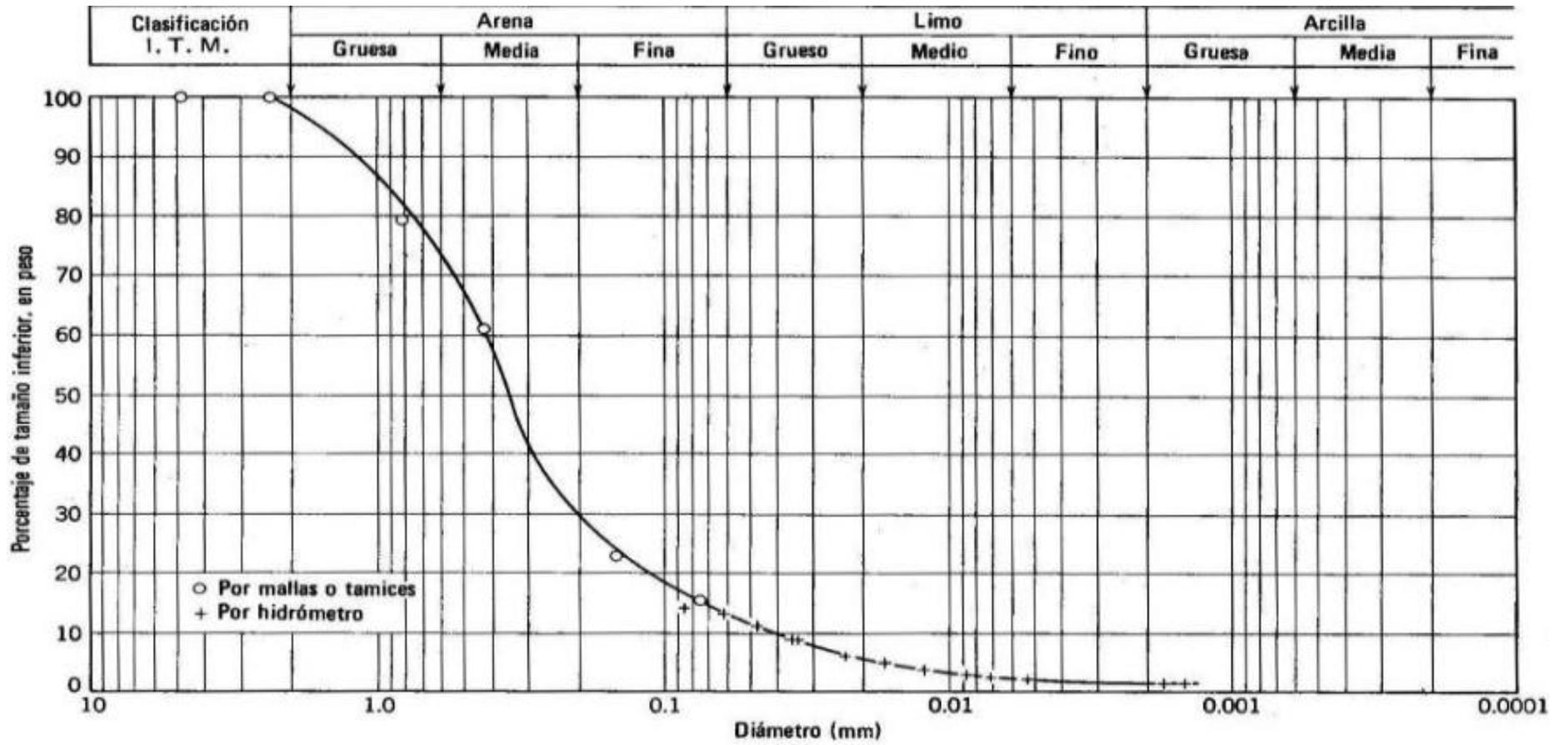
De tales métodos, existen dos que merecen atención especial: El Análisis Granulométrico por Tamizado y el Análisis de una Suspensión del Suelo con Hidrómetro (Densímetro). El primero

será empleado para el análisis de las muestras, consiste en obtener las fracciones correspondientes a los tamaños mayores del suelo; generalmente se llega así hasta el tamaño correspondiente a la malla N° 200 (0,074 mm). La muestra de suelo se hace pasar sucesivamente a través de un juego de tamices de aberturas descendentes hasta la malla N° 200; los retenidos en cada malla se pesan y el porcentaje que representan con respecto al peso total de la muestra se suma a los porcentajes retenidos en todas las mallas de mayor tamaño, el complemento a 100% de esa cantidad del porcentaje de suelo que es menor que el tamaño representado por la malla en cuestión. Así, puede obtenerse un punto de la curva acumulativa correspondiente a cada abertura. El método de Análisis por Tamizado puede efectuarse directamente en suelos que contengan poco o nada de finos, como una arena limpia o un suelo en que las partículas finas se pueden separar sin dificultad de las partículas más gruesas. Los suelos secos tienen poca resistencia y pueden triturarse fácilmente entre los dedos, éstos caerán por lo general en la última categoría. Si la característica de los finos es tal que dicho material se adhiera a las partículas más gruesas y no se separe por el tamizado seco, la muestra se somete a un pre-lavado y se separa el material fino. El material retenido en la malla N° 200 durante el proceso de lavado, se seca y se somete al tamizado.

El otro método mecánico, que hace uso del Hidrómetro (o densímetro), se basa en el hecho de que la velocidad de sedimentación de partículas en un líquido, es función de su tamaño.

Los resultados del método del TAMIZADO, suelen dibujarse en porcentajes como ordenadas (escala aritmética) y tamaño de las partículas como abscisas en escala logarítmica. La forma de la curva da inmediata idea de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño estará representado por una línea vertical (pues el 100% de sus

partículas, en peso, es de menor tamaño que cualquiera mayor que el suelo posea; una curva muy tendida indica gran variedad de tamaños (suelo bien graduado). Por ello, como una medida simple de la uniformidad de un suelo, ALLEN HAZEN propuso el Coeficiente de Uniformidad (Cu).



**Figura 5:** Curva granulométrica de un suelo

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Donde:

D60: Tamaño tal, que el 60% en peso del suelo, sea igual o menor.

D10: Llamado por Hazen Diámetro Efectivo; es el tamaño tal, que sea igual o mayor que el 10% en peso del suelo.

En realidad, es un coeficiente de No Uniformidad, pues su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta. Los suelos con  $C_u < 3$  se consideran muy uniformes; aun cuando las arenas naturales muy uniformes, rara vez presentan  $C_u < 2$ . Como dato complementario, necesario para definir la graduación, se define el coeficiente de curvatura del suelo ( $C_c$ ), con la expresión:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}}$$

Donde:

D30 se define análogamente a D10 y a D60 anteriores. Esta relación tiene un valor entre 1 y 3 en suelos bien graduados, con amplio margen de tamaños de partículas y cantidades apreciables de cada tamaño intermedio.

### **Equipo**

Juego de Tamices de 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1", 3/8", N° 04, 10, 20, 40, 50, 100 y 200, además de un platillo.

Estufa a temperatura  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Balanza eléctrica.

### **Procedimiento**

En campo, se extraen muestras individuales inalteradas de cada estrato.

En laboratorio, se efectúa el lavado para desprender el material

fino del grueso, se coloca a la estufa para su secado a 110 C° durante 24 horas. La cantidad de muestra a tomar está en función del tipo de material, en nuestro caso por ser material fino se toma 500gr.

Efectuado el secado, se procede a tamizar la muestra retenida en la malla N° 200, previamente pesada, los tamices se ordenan de mayor a menor, de arriba hacia abajo colocando el platillo en la parte interior. Se procede a efectuar el tamizado manual por espacio de 10 minutos alternando la forma de agitación, de modo que los granos sean impulsados continuamente a pasar a través de las mallas. No es aconsejable mantener un ritmo uniforme durante la agitación.

Se pesa el material retenido en cada malla y se suman estos valores. La variación con el peso obtenido no debe ser mayor que el 2% para considerarse un ensayo satisfactorio.

Se procede a dibujar la Curva Granulométrica y obtener los parámetros antes mencionados.

## **H. Corte directo NTP 339.171 (ASTM D3080)**

### **Objetivo**

Determinar la Cohesión y el Ángulo de Rozamiento Interno, que permitan establecer la resistencia al corte de los suelos ensayados.

### **Equipo necesario**

Máquina de corte directo, capaz de sujetar la probeta entre dos piedras porosas, medir las cargas normales, medir cambios de espesor, medir desplazamientos y permitir el drenaje a través de las piedras porosas.

Cajas de corte, normalmente son cuadradas de 10 o 6 cm. de lado, o bien cilíndricas de 6, 10 ó 16 cm. de diámetro, con sus respectivas piedras porosas.

Dos balanzas, una de 0,1 gr. de precisión; la otra de 0,01 gr.

Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en  $110^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ . - C á m a r a h ú m e d a .

Herramientas y accesorios. Equipo para compactar las probetas remoldeadas, diales de deformación, agua destilada, espátulas, cuchillas enrasador, cronómetro, regla metálica, recipientes para determinar humedad, grasa.

### **Procedimiento**

Método para suelos cohesivos:

Se pesa una muestra de arena (seca o de humedad conocida) suficiente para hacer tres ensayos a la misma densidad. Se ensambla la caja de corte, se obtiene la sección de la muestra y se coloca la arena en la caja junto al pistón de carga y la piedra porosa.

Se aplica la carga vertical ( $P_v$ ) y se coloca el dial para determinar el desplazamiento vertical (se debe incluir el peso del pistón de carga y la mitad superior de la caja de corte en el peso  $P_v$ ). En ensayos consolidados se comienza cuando el asentamiento se ha detenido; en suelos no cohesivos esto puede hacerse a partir de la aplicación de  $P_v$ .

Se separa la caja de corte, se fija el bloque de carga y se ajusta el deformímetro para medir el desplazamiento cortante (en ensayos saturados se debe saturar la muestra el tiempo necesario). Luego se comienza a aplicar la carga horizontal midiendo desde los deformímetros de carga, de cambio de volumen y de desplazamiento cortante. Si el ensayo es del tipo deformación controlada se toman esas lecturas a desplazamientos horizontales de 5, 10 y cada 10 o 20 unidades. La tasa de deformación unitaria debe ser del orden de 0,5 a no más de 2 mm/min. y deberá ser tal que la muestra falle entre 3 y 5 minutos. Se repite el procedimiento por lo menos en dos muestras utilizando un valor distinto de carga vertical (se sugiere doblar la carga).

### **Método para suelos cohesivos:**

Se moldean 3 o 4 probetas de una muestra de suelo inalterada, utilizando un anillo cortante para controlar el tamaño. Se ensambla la caja de corte, se saturan las piedras porosas y se

mide la caja para calcular el área de la muestra.

Se colocan la muestra en la caja de corte, las piedras porosas y el pistón de carga sobre el suelo, la carga normal  $P_v$  y se ajusta el deformímetro vertical.

Para un ensayo consolidado es necesario controlar el deformímetro vertical igual que en el ensayo de consolidación para determinar cuando la consolidación haya terminado. Luego, se separan las mitades de las cajas de corte dejando una pequeña separación y se empalma la cabeza de carga, asegurando que la carga normal refleje la fuerza normal más el peso del bloque de carga y la mitad superior de la caja de corte. Se acopla el deformímetro de deformación cortante y se fija en cero tanto el deformímetro horizontal como vertical (en ensayos saturados se llena la caja con agua y se espera la saturación de la muestra).

Aplicar la carga de corte tomando lecturas del deformímetro de carga, de desplazamientos de corte y verticales (cambios de volumen). En ensayos de deformación controlada, las lecturas se toman a desplazamientos horizontales de 5, 10 y cada 10 o 20 unidades. La tasa de deformación unitaria debe ser la misma que en el caso anterior (no más de 2 mm/min.) y tal que falle entre 5 a 10 minutos, a menos que el ensayo sea consolidado drenado.

La velocidad de deformación para este último, debería ser tal que el tiempo para que ocurra la falla ( $t_f$ ) sea:  $t_f = 50 \cdot t_{50}$ , donde  $t_{50}$  es el tiempo necesario para que ocurra el 50% de la consolidación bajo la carga normal  $P_v$ . Al finalizar el ensayo, se remueve el suelo y se toman muestras para determinar el contenido de humedad.

El procedimiento se repetirá para las muestras adicionales.

## **I. Contenido de sales solubles totales en suelos y agua subterránea: NTP 339.152 (ASTM-D1889)**

### **Definición**

La presencia de sal en un suelo tiene efecto perjudicial cuando entra en contacto con el concreto armado, de allí la importancia que tiene que tiene la determinación del porcentaje de sal, que se obtiene en función de un volumen de agua destilada igual en peso al de la muestra a ensayar.

Se tiene como recomendación práctica que porcentaje de presencia de sal mayores a 0.30% requieren de ensayos químicos para la determinación de la naturaleza de las sales incluidas en un suelo y, por ende, tienen efecto de mayor consideración que se minimizan usando un adecuado tipo de cemento.

### **Equipo**

Recipientes plásticos

Jeringa

Tapas de vidrio

Balanza mecánica de aproximación al 0,10gr.

Cápsulas metálicas

Estufa

Destilador

### **Procedimiento**

En campo, se extraen muestras individuales alteradas de cada estrato.

En laboratorio, se obtienen las muestras secas al aire, tomándose 500gr de cada una de ellas.

Se pesa 500gr de agua destilada y se le agrega a cada una de las muestras depositadas en los recipientes plásticos. Se mantiene en reposo durante 72 horas, tapando los recipientes con vidrio para evitar la evaporación.

Pasadas las 72 horas, se extrae el agua con una jeringa (evitando succionar los finos); se coloca en cápsulas metálicas previamente pesadas (WCAP), para una vez llenas éstas,

pesarlas (WCAP+SUELO+SAL). Finalmente colocarlas en la estufa con la finalidad de que se evapore el agua.

Se pesa nuevamente la cápsula que sólo deberá contener la sal (WCAP+SAL).

El porcentaje de sal será:

$$\%SAL = \left[ \frac{W_{cap+sal} - W_{cap}}{W_{cap+suelo+sal} - W_{cap+sal}} \right] * 100$$

### **Sales agresivas al concreto**

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 que ha penetrado haciendo frágil y expansiva, envejeciéndolo 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.

### **J. Resultados de estudio de mecánica de suelos**

Según los estudios realizados de mecánica de suelos realizados por servicios de exploración geotécnica, asfalto y ensayos e materiales, que de acuerdo a los perfiles estratigráficos de los suelos en los cuales se va a colocar la estructura del revestimiento del canal y obras de arte se encuentran conformados por: arenas limosas arcillosas (SM-SC), arenas limosas (SM), arcillas de mediana plasticidad (CL) y arenas mal graduadas (SW – SM).

En el área elegida para la ubicación de las obras de arte, no se presentan manifestaciones actuales de movimiento de masas, fallas o fracturas que podrían comprometer la estabilidad de la estructura proyectada.

Se ha encontrado napa freática en 9 calicatas, a una profundidad de 1.70, 1.80, 2.80, 2.70, 2.20, 2.50, 1.90, 1.50, 1,90 m; referido al nivel de camino de vigilancia.

El grado de expansión en el área en estudio es medio, con un porcentaje de expansión mayor al 20%.

### **4.3. Estudio hidrológico de la fuente**

Las disponibilidades hídricas del Valle Chancay–Lambayeque lo constituyen los escurrimientos hídricos, que aporta la cuenca Chancay-Lambayeque, cuya área total es de 5,309 km<sup>2</sup>, y que discurren hacia un receptor común: río Chancay- Lambayeque. Estas disponibilidades es el resultado de las precipitaciones estacionales que ocurren en la cuenca alta.

Las principales fuentes de recursos hídricos con que se cuenta para satisfacer las demandas agrícolas en el Valle Chancay-Lambayeque son los aportes del río Chancay y la derivación de los ríos Chotano y Conchano, regulados en el reservorio Tinajones.

La cuenca de río Chancay-Lambayeque se ubica en el Norte del Perú. Comprende dos partes claramente definidas el Valle (costa) en la Región Lambayeque y la sierra en la Región Cajamarca. Su afluente principal es el Río Chancay perteneciente a la vertiente del Pacífico, de régimen irregular, que tiene una longitud de 170 km.

Geográficamente, se encuentra entre los paralelos 6° 20' y 6° 56' de Latitud Sur, y entre el meridiano 78° 38' y 80° 00' de Longitud Oeste. Políticamente su territorio corresponde a los departamentos de Lambayeque y Cajamarca.

La cuenca de gestión tiene una extensión de 5, 702 km<sup>2</sup>, de los cuales, 5, 309 km<sup>2</sup> corresponden a la cuenca propia y 391 km<sup>2</sup> corresponden a la cuenca del río Chotano y 2 km<sup>2</sup> a la cuenca del río Conchano. Se divide en el Sub distrito de Riego Regulado que se extiende desde la Bocatoma Raca Rumi hasta el límite con el Océano Pacífico y el Sub distrito de Riego No Regulado, desde la Bocatoma Raca Rumi hacia aguas arriba.

La cuenca limita por el Norte con las cuencas de los ríos Motupe– La Leche por el Sur con las cuencas del Jequetepeque y Zaña, por el Este con las cuencas de los ríos Llaucano y Chotano y por el Oeste con el Océano

Pacífico.

El Río Chancay tiene sus nacientes en las alturas de los cerros Coymolache y los Callejones, donde se encuentra la laguna Mishacocha, a una altitud de 3,800 msnm. Sus aguas discurren en dirección Este a Oeste, en una longitud aproximada de 170 Km., recibiendo en su trayecto aportes por ambas márgenes; así, por la margen izquierda recibe los aportes de los ríos Colorado, Tacamache, Llantén, Las Nieves, Chillal y San Lorenzo; por la margen derecha, recibe los aportes de los ríos Huamboyo, La Chilera, Cumbil, Camellón y Majin - Chiriquipe, estos dos últimos, entregan sus aguas después de la estación de aforo Raca Rumi, ubicada a 245 msnm. A la altura de la Bocatoma La Puntilla, luego de recibir las descargas controladas del reservorio Tinajones, reparte sus aguas al río Reque al Sur, al río Lambayeque al Centro y al Canal Taymi al Norte. El río Reque desemboca al Océano Pacífico al Norte de Puerto Eten, mientras que las aguas que discurren por el río Lambayeque y el Canal Taymi no llegan al mar, debido a que son utilizadas para el riego hasta su agotamiento.

#### **4.4. Análisis físico químico y bacteriológico de la fuente**

El análisis físico químico y bacteriológico nos da como resultado que el agua es apta para el consumo humano y en relación al tipo de uso y tomando como base el Estudio de “Ordenamiento del Sistema de Gestión de los Recursos Hídricos”, de la Cuenca Chancay – Lambayeque, realizado por INRENA, se puede concluir que los resultados muestran que el agua del río es de buena calidad para uso agrícola, en toda la cuenca. La excepción la constituyen el agua procedente de las quebradas Sinchao y Las Gradadas (M-CH01 y M-CH02) que presentan bajos valores de pH, y metales pesados (Fe, Cu, Mn, y Cd), que exceden los límites máximos permisibles.

En cuanto a la salinidad y contenido de sodio, el agua de los ríos en general está dentro del rango de salinidad moderada a baja (<750 mmhos) y tienen valores del RAS bajos, por lo que esta agua se clasifica como C1, S1 o C2, S1.

Los análisis químicos de aguas subterráneas para riego, se encuentran en su mayoría dentro de los límites máximos permisibles en conductividad eléctrica, en cuanto a los valores de Mg, Na, Cl, y SO<sub>4</sub> se presentan

concentraciones altas (10 veces sobre los límites máximos permisibles). En términos generales la calidad de las aguas subterráneas del Valle Chancay Lambayeque es adecuada para el riego, con algunas excepciones. De acuerdo a la salinidad esta varía de alta a muy alta, con excepción de Lambayeque que tiene salinidad mediana. Asimismo, las aguas no contienen coliformes fecales.

Según información proporcionada por el Proyecto Especial Olmos Tinajones, se tiene que la calidad de agua del río Chancay, almacenada en el reservorio Tinajones, es considerada, de acuerdo a la clasificación de la FAO, publicación 29, como “sin problema” para su uso, ya que los valores de salinidad encontrados son menores de 0.7 mmhos/cm, el RAS “ajustado es menor de 6.0, por lo que no se va a afectar la permeabilidad del suelo y tampoco existe presencia de toxicidad de iones específicos. Eso nos indica que el agua puede usarse sin ninguna restricción. Si atendemos a la clasificación del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica, las muestras de agua analizadas se clasifican dentro del rango C1S1, lo que indica que el agua puede usarse en casi cualquier tipo de suelo y sin restricciones. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

#### **4.5. Análisis de vulnerabilidad de los componentes del sistema de riego**

Para continuar con el ADR en el PIP, se deben analizar las condiciones de vulnerabilidad que puede tener el proyecto, considerando los aspectos señalados en la Sección 1, es decir:

Análisis de la exposición a un peligro determinado, es decir si estaría o está en el área de probable Impacto (localización).

Análisis de la fragilidad con la cual se enfrentaría el probable impacto de un peligro, sobre la base de la identificación de los elementos que podrían afectarse y las causas (formas constructivas o diseño, materiales, tecnología).

Análisis de la resiliencia, es decir cuáles son las capacidades disponibles para su recuperación (sociales, financieras, productivas, etc.) y qué alternativas existen para continuar brindando los servicios en condiciones mínimas.

Para facilitar este proceso, la verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto se hace usando el formato N° 02 y N° 03, del manual de “Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública” publicado por la DGPI.

**Tabla 34.**

*Formato N° 2: Lista de Verificación Sobre la Generación de Vulnerabilidades por Exposición, Fragilidad o Resiliencia en el Proyecto*

Preguntas		Comentarios
<b>A. Análisis de Vulnerabilidades por Exposición (localización).</b>		
1. ¿La localización escogida para la ubicación del proyecto evita su exposición a peligros?	X	El sistema ya está funcionando y no presenta peligros potenciales.
2. Si la localización prevista para el proyecto lo expone a situaciones de peligro, ¿es posible, técnicamente, cambiar la ubicación del proyecto a una zona menos expuesta?	X	
<b>B. Análisis de Vulnerabilidades por Fragilidad (tamaño, tecnología).</b>		
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate? Ejemplo: norma antisísmica.	X	Parámetros de diseño hidráulico.
2. ¿Los materiales de construcción consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: Si se va a utilizar madera en el proyecto, ¿se ha considerado el uso de preservantes y selladores para evitar el daño por humedad o lluvias intensas?	X	Se está considerando curado del concreto para conservar su resistencia al 100%.
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿El diseño del puente ha tomado en cuenta el nivel de las avenidas cuando ocurre el Fenómeno El Niño, considerando sus distintos grados de intensidad?	X	Se ha tomado consideraciones en la captación del canal regulando el caudal de diseño que ingresará al canal.
4. ¿La decisión de tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿La bocatoma ha sido diseñada considerando que hay épocas de abundantes lluvias y por ende de grandes volúmenes de agua?	X	Se está considerando la compuerta de control de caudal en la capitación.

<p>5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿La tecnología de construcción propuesta considera que la zona es propensa a movimientos telúricos?</p>	X	<p>No hay registros ni evidencias de sismos importantes por la zona.</p>
<p>6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿Se ha tomado en cuenta que en la época de lluvias es mucho más difícil construir la carretera, porque se dificulta la operación de la maquinaria?</p>	X	<p>Se propone su ejecución entre los meses de julio a octubre.</p>
<p>C. Análisis de Vulnerabilidades por Resiliencia.</p>		
<p>1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos (por ejemplo, sistemas alternativos para la provisión del servicio) para hacer frente a la ocurrencia de desastres?</p>	X	<p>Sicomo se describió que existe una fuente de riego del mismo sistema cerca de la captación del canal.</p>
<p>2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros (por ejemplo, fondos para atención de emergencias) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?</p>	X	<p>Fondo de Tarifas de agua.</p>
<p>3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos (por ejemplo, planes de contingencia), para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?</p>	X	

Los resultados del análisis del Formato N° 2 permiten verificar si en la formulación del proyecto se están tomando en cuenta las condiciones de vulnerabilidad que pueden afectar el proyecto. Asimismo, es necesario definir el grado de vulnerabilidad que enfrenta el proyecto, considerando los factores de exposición, fragilidad y resiliencia. Para ello, se utilizará el Formato N° 3.

**Tabla 35.**

*Formato N° 3: Identificación del Grado de Vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia*

Factor de Vulnerabilidad	Variable	Grado de Vulnerabilidad		
		B	M	A
Exposición	(A) Localización del proyecto respecto de la condición de peligro.	X		
	(B) Características del terreno.	X		
Fragilidad	(C) Tipo de construcción.	X		
	(D) Aplicación de normas de construcción.	X		
Resiliencia	(E) Actividad económica de la zona.	X		
	(F) Situación de pobreza de la zona.		X	
	(G) Integración institucional de la zona.		X	
	(H) Nivel de organización de la población.		X	
	(I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población geológicas en las laderas?	X		
	(J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres.	X		
	(K) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.		X	

Como todas las variables de exposición presentan vulnerabilidad baja y todas las variables de fragilidad o resiliencia presentan vulnerabilidad media o baja (y ninguna vulnerabilidad alta), entonces el proyecto enfrenta una vulnerabilidad baja.

#### **4.6. Definición del horizonte de evaluación del proyecto**

De acuerdo con los parámetros de evaluación establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública el horizonte del proyecto será de 10 años, sin embargo, las obras se han diseñado para una durabilidad de 30 años, teniendo en cuenta el criterio de vida útil del activo fijo más importante como es el canal de riego. Por otro lado, se ha considerado los costos que permitan un adecuado funcionamiento (operación), así como el adecuado mantenimiento de la infraestructura de riego, para garantizar su vida útil.

## **4.7. Estimación del impacto ambiental**

### **4.7.1. Identificación de los impactos ambientales potenciales.**

Antes de proceder a identificar y evaluar los potenciales impactos de las alternativas de regulación sobre el ambiente y viceversa, es necesaria la selección de componentes interactuante. Esto consiste en conocer y seleccionar las principales actividades del proyecto y el conjunto de elementos ambientales del entorno físico, biológico, socioeconómico y cultural que intervienen en dicha interacción.

Para ello se confecciona la matriz N°1 Identificación de impactos ambientales.

En el conjunto de actividades se optó por aquellas que deben tener incidencia probable y significativa sobre los diversos componentes o elementos ambientales. Del mismo modo en lo concerniente a elementos ambientales se optó por aquéllos de mayor relevancia ambiental. Así, los componentes interactuantes seleccionados son los siguientes:

#### ***4.7.1.1. Actividades del mejoramiento del canal***

##### **A. Etapa de Construcción**

Es la fase de mayor implicancia ambiental, pues las obras van a impactar directamente sobre los componentes ambientales. Las acciones comprendidas durante esta fase son:

Construcción de accesos.

Construcción de campamentos.

Extracción de materiales de cantera.

Transporte de materiales de cantera.

Obras de la construcción propiamente dichas.

Generación de residuos (Disposición de material excedente).

##### **B. Etapa de Operación**

En esta etapa no se genera impactos ambientales significativos debido a que la operación solo consiste en la manipulación de compuertas para el adecuado reparto de turnos de riego.

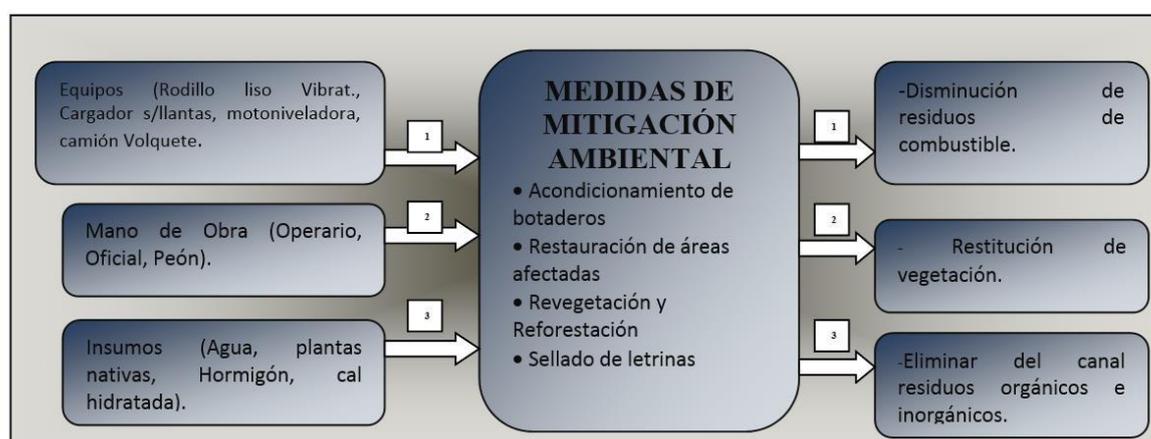
### C. Etapa de Mantenimiento

En esta etapa no se generan impactos ambientales significativos esto se debe a que la eliminación de desmonte a causa de la limpieza será en menor volumen comparada con la que se tendría si el canal estuviese revestido. Dentro de las actividades destinadas a la limpieza del canal y sus obras de arte se efectuará con el uso de herramientas manuales (pico, lampa, rastrillos) para la limpieza sedimentos y maleza generada por cauce del canal.

### D. Etapa de Abandono o Cierre

En esta etapa prevista al final de la ejecución se efectuarán trabajos de mitigación ambiental tratando de dejar la zona afectada lo más inalterada posible y con esto no cambiar sus condiciones naturales.

En el presente proyecto se ha previsto lo siguiente:



**Figura 6:** Medidas de mitigación ambiental

#### 4.7.2. Evaluación de los impactos ambientales potenciales.

Para realizar este análisis se usó la metodología Matriz de Leopold, que tiene como fin discretizar las actividades antrópicas en las fases de construcción, operación y mantenimiento de las obras a ejecutarse. Los factores ambientales se refieren a los elementos descritos en el diagnóstico ambiental, los cuales son: los recursos hídricos, suelo, fisiográfico, geomorfológico, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos culturales.

De la confrontación de los factores ambientales y las acciones humanas o antrópicas surgen los impactos ambientales positivos y negativos relevantes e irrelevantes.

Para la cuantificación de los impactos ambientales en magnitud e importancia, se hace uso de la matriz de interacción. Los valores oscilan entre 1 y 5, el valor 5 indica que es muy importante y de muy alta magnitud, el valor 1 indica un valor bajo en magnitud e importancia. El signo negativo (-) indica que el impacto es negativo y el positivo (+) que es satisfactorio para el medio ambiente.

El promedio o ponderación de impactos se realiza multiplicando la importancia (I) y magnitud (M) de cada casillero y luego sumando algebraicamente, el resultado negativo de las filas significa que existe un impacto negativo sobre el factor ambiental agua, clima, suelo, flora, fauna o socio-económico-cultural; el resultado positivo indica conservación de los factores ambientales.

El resultado final de la matriz global se calcula realizando la sumatoria de los impactos de la última columna, para su comprobación se realiza la sumatoria de la última fila, la sumatoria de ambos debe coincidir.

Los resultados de esta segunda fase de análisis se presentan en la Matriz N° 02 de Leopold.

**Tabla 36.**

*Identificación de impactos ambientales*

		EFECTOS AMBIENTALES												
		MEDIO FÍSICO							MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL					
		AIRE	AGUA	SUELO	FLORA	FAUNA	MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL							
		Alteración de la calidad del aire	Variación del flujo Sedimentación	Alteración de la calidad del agua	Alteración de la calidad del suelo Erosión Modificación del relieve	Reducción de la cobertura vegetal	Perturbación de la fauna	Abastecimiento de agua a la población urbana	Alteración del paisaje	Afectación de terrenos de cultivo	Afectación de pastizales	Salud y Seguridad humana	Generación de empleo	Ingresos Económicos locales
		ETAPA DE CONSTRUCCIÓN												
ACCIONES ANTRÓPICAS	Construcción de accesos a áreas de las obras	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	P
	Construcción y operación de campamentos y patio	N		N	N	N	N	N	N	N			P	P

de máquinas																	
Extracción de material de cantera	N				N	N	N	N	N		N	N	N			P	P
Transporte de materiales de canteras y a depósitos de desmontes	N				N			N	N		N	N	N	N		P	P
Instalación y operación de concreto	N			N	N			N	N		N	N	N	N		P	P
Colocación de juntas y sellos			N				N	N			N						
Instalación de Carpintería Metálica.	N			N			N	N	N	N	N	N	N	N		P	P
Generación de Residuos				N	N			N	N	N		N	N	N	N		
<b>ETAPA DE OPERACIÓN</b>																	
Operación de compuertas									P			P	P	P	P	P	P
Mantenimiento del canal y obras de arte																P	P
<b>ETAPA DE CIERRE</b>																	
Medidas de Mitigación	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
TIPO DE IMPACTO	P: POSITIVO		N:NEGATIVO														

## **Matriz N° 02 – MATRIZ DE LEOPOLD**

Para identificar los probables impactos ambientales que se generen con la ejecución del proyecto, se presenta la Matriz de interacciones de Leopold, determinándose que los impactos positivos (31.25%) son mayores que los impactos negativos (19.59%) y los impactos nulos son mayores (49.16 %), lo que significa que la mayoría de actividades no afectaran a los componentes del medio ambiente.

**Tabla 37.**

*Matriz de Leopold*

N°	ACTIVIDADES DEL PROYECTO	COMPONENTES DEL MEDIO AFECTADO															IMPACTOS			INTERACCIONES	%	
		FISICO - QUIMICO						BIOLOGICOS					SOCIO CULTURAL Y ECONOMICO									
		SUELO			AGUA		AIRE	FLORA			FAUNA		Población	Salud población	Infraestructura		Positivo	Negativo	Suma			
		Erosión	Compactación	Contaminación	Cursos de Agua	Inundaciones	Emisión de gases	Emisión de ruido	Herbaceas	Arbustiva	Arbórea	Terrestre	Aerea			Area de						
	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																3	-14	-11			
1	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 4.80 x 3.60 M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	1		
2	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA.	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1		
3	LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO (E=0.20 M), C/EQUIPO	0	0	-2	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	-4	-4		
4	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES C/EQUIPO	-1	0	-2	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	-5	-5		
5	ELIMINACION DE	2	0	-2	0	0	0	0	0	-2	-2	-1	0	0	0	1	0	2	-4	-2		



	DE ARTE																			
9	AFIRMADO EN BERNAS	0	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	1	-4	-3
10	PERFILADO Y REFINE DE CAJA DE CANAL	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-1	0
11	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	0	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-3	-2
	OBRAS DE CONCRETO																	30	-47	-17
1	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA SOLADO	0	0	-2	0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	1	1	2	2	4	-7	-3
2	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	3	0	-2	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	2	2	5	-7	-2
3	CONCRETO SIMPLE F'C=175 KG/CM2 P/OBRAS DE ARTE	2	0	-2	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	2	2	5	-7	-2
4	REVESTIMIENTO DE CANAL CON CONCRETO F'C=175 KG/CM2 (E=0.075m.), INC. CERCHAS	2	0	-2	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	2	2	5	-7	-2
5	PIEDRA ASENTADA Y ENBOQUILLADA EN CONCRETO F'C=175 KG/CM2 (E=0.25m)	2	0	-2	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	2	2	5	-7	-2
6	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA	0	0	-2	1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	2	2	3	-6	-3
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	0	0	-2	1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	2	2	3	-6	-3
	JUNTAS																	15	-3	12
1	JUNTAS CON WATER STOP DE 6" SELLADO CON MATERIAL ELASTOMERICO DE	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	5	-1	4



	MITIGACION AMBIENTAL																	77	0	77		
1	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	13	0	13		
2	RESTAURACION DE AREAS AFECTADAS POR CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	0	16		
3	RESTAURACION DE AREAS AFECTADAS POR PREPARACION DE CONCRETO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	0	16		
4	REVEGETACION DE AREAS AFECTADAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	0	16		
5	SELLADO DE LETRINAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	0	16		
	TOTAL	18	8	-16	21	12	-8	-12	-1	-2	-5	-2	10	29	23	54	39	214	-46	168		
IMPACTOS NEGATIVOS																					116	19.59%
No significativo o bajo (-1)		4	2	7	0	0	18	18	11	10	11	12	0	2	2	2	0				99	
Leve o moderado (-2)		1	0	11	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0				17	
Intenso - Alto (-3)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	
IMPACTOS POSITIVOS																					185	31.25%
No significativo o bajo (+1)		1	0	3	11	2	0	0	0	0	0	0	0	19	17	6	11				70	
Leve o moderado (+2)		10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	4	25	14				114	
Intenso - Alto (+3)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				1	
IMPACTOS NULOS																					291	49.16%
No produce impacto (0)		20	30	11	21	30	14	12	21	21	19	20	32	10	14	4	12				291	
TOTAL		37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37				592	100.00%

### **4.7.3. Descripción de impactos.**

#### ***4.7.3.1. Descripción de impactos positivos***

Evitar la proliferación de los insectos y animales que conviven en el tramo por la presencia de la vegetación que cubre el canal actual.

El mantenimiento del canal, consistente en el desbroce y eliminación de material colmatado, que se realiza anualmente se reduce a lo mínimo, por el revestimiento del canal.

La ejecución de las obras traerá consigo oportunidades de trabajo a la población aledaña, calificada o no calificada (ayudantes, operadores de maquinaria y profesionales, etc.).

Mejoramiento de la calidad de vida del usuario beneficiado, la ejecución de esta obra de revestimiento del canal, permitirá al usuario disminuir el costo del riego y del mantenimiento del canal. Así mismo va disminuir la preocupación de la población del Caserío Yéncala León.

Facilita el desarrollo turístico de la zona, por parte de su Gobierno local, mejorando las condiciones de habitabilidad e higiene a los pobladores de la localidad de Yéncala León.

Surgimiento de una predisposición conservacionista y ecologista en los usuarios al identificarse con las obras que le otorgan seguridad, asumiendo con el cuidado y mantenimiento de estas, así como en interés de un mejor manejo y gestión en uso de la infraestructura productiva y los recursos.

#### ***4.7.3.2. Descripción de impactos negativos***

Los desechos generados con el funcionamiento del campamento, áreas de mantenimiento de maquinaria y material orgánico, entre otros.

La destrucción de la flora existente en el canal, por la construcción del revestimiento del canal.

Para identificar los probables impactos ambientales que se generen con la ejecución del proyecto, se presenta la Matriz de interacciones de Leopold, determinándose que los impactos positivos (31.25%) son mayores que los impactos negativos (19.59%) y los impactos nulos son mayores (49.16 %), lo que significa que la mayoría de actividades no afectarán a los componentes del medio ambiente.

#### **4.7.3.3. Descripción de impactos**

Los impactos esperados se describen en función del componente afectado y la naturaleza de la acción que lo genera, de manera que se puedan considerar acciones atenuantes que reduzcan eventualmente la magnitud del impacto final.

##### **Emisiones Gaseosas**

Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono.

La operación de maquinarias para el movimiento de tierras y utilización de equipos diversos genera la emisión de gases como subproducto de los carburantes (CO<sub>2</sub>, plomo, etc.). Por otro lado, las actividades como movilización y el abastecimiento de materiales están asociados al uso de volquetes, los cuales emitirán gases de combustión.

El incremento en las concentraciones de gases produce impactos sobre el ambiente y la salud en proporciones considerables.

##### **Partículas Suspendidas**

El material particulado es una compleja mezcla de partículas en el aire, las que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisión. Este material se origina por las actividades que modifican el terreno, por lo general árido y exento de cobertura vegetal, y por la emisión de los motores. Las actividades que generan un aumento en el material particulado suspendido en el aire son muy diversas y se pueden propagar por agentes ajenos como el viento.

Las actividades asociadas a este impacto son los movimientos de tierra, el vaciado de concreto, la infraestructura de acero, el ingreso de productos, la limpieza y mantenimiento.

### Disponibilidad de Agua

Está referida a la disponibilidad tanto de calidad como de cantidad del recurso hídrico por parte de la población; de manera que puedan satisfacer sus necesidades.

La disponibilidad de este recurso por parte de la población, debido a la ejecución del proyecto, podría verse restringida, como consecuencia de su demanda tanto para la etapa constructiva.

Las actividades constructivas generarán la demanda de agua, principalmente, en lo que respecta al uso de concreto, incluidas el curado de cementos, preparación de acabados, riego y limpieza, mantenimiento de maquinaria, etc., lo que podría ocasionar cierto desabastecimiento a la zona circundante.

### Hábitats de Fauna Urbana

El hábitat de la fauna terrestre es el espacio necesario y condiciones que permite a ésta satisfacer sus necesidades de alimentación, agua, cobertura y protección a fin de garantizar el desarrollo óptimo de su ciclo biológico.

Las actividades asociadas a este impacto son el movimiento de tierra y el ingreso de productos.

### Niveles de ruido

El tránsito sucesivo de equipo pesado, funcionamiento de motores de bombeo, maquinaria agrícola, uso de explosivos para la explotación de canteras y construcción de vías de acceso, serían las acciones provocadoras de ruidos y que afectarían a los trabajadores durante el proceso constructivo.

### Calidad del agua

La fase de construcción y operación generará muchas acciones antrópicas como son los movimientos de tierra, derrames de combustibles y lubricantes, desarrollo físico de tierras, extracción de materiales de préstamos, evacuación de las aguas de drenaje, entre otros.

### Erosión

La erosión antrópica se deriva de las actividades del hombre quien interfiere y rompe el equilibrio existente entre los suelos y la vegetación.

En los cortes que se realicen por las excavaciones de caja de canal, es casi posible que los cortes perpendiculares en el tramo del canal se generen fuerzas activas de erosión.

#### **4.8. Plan de manejo ambiental**

El objetivo del Plan de Manejo Ambiental (PMA) es mitigar los impactos negativos de la construcción, operación y cierre.

A continuación, se muestran las responsabilidades y obligaciones a tomarse en cuenta durante la fase constructiva del proyecto, que recaerán en el ingeniero residente de obra y/o constructor, supervisor de obra y titular del proyecto:

##### **4.8.1. Titular del Proyecto.**

Exigir al ingeniero residente y/o constructor, así como al supervisor de obra, el cumplimiento de los programas y las medidas contemplados en el presente plan, así como de cualquier instrucción de índole ambiental que se disponga.

Solicitar al ingeniero residente modificaciones o medidas adicionales que considere conveniente para el cuidado y mejoramiento del ambiente, previa coordinación con la autoridad competente.

##### **4.8.2. Plan de medidas de mitigación de impacto ambiental**

Comprende el suministro de la mano de obra, material, equipo y la ejecución de las operaciones necesarias para la conservación del entorno medio ambiental, mitigando los impactos negativos que pudieran presentarse durante la ejecución de los trabajos.

Dentro de estas partidas el contratista procederá a efectuar sin ser limitativos todos los trabajos necesarios para:

La nivelación, conformación y restitución a su estado natural de las áreas utilizadas para campamentos, talleres e instalaciones del contratista.

Eliminación de aceites, grasas y otros materiales que dañen o perjudiquen el entorno natural ambiental.

Eliminación y/o disminución de polvo, ruidos molestos y/o malos olores durante la ejecución de la obra.

Sellado de letrinas.

### 4.8.3. Acondicionamiento de botaderos

El acondicionamiento de botaderos consiste en la dispersión de los materiales terrosos excedentes como consecuencia de la ejecución de la obra y que tienen que eliminarse y no constituyan peligro u obstáculo para esta o a terceros; la cual proviene de las partidas de limpieza y desbroce, demolición de concreto simple y ciclópeo y excedentes de relleno.

Empleando el tractor de oruga este material se explanará en la zona colindante a la obra tratando de rellenar partes bajas.

La Supervisión señalará los lugares o zonas de explanación de este material excedente. Esta partida se ejecutará solo con la aprobación de la Supervisión y se dará por concluida con la misma.

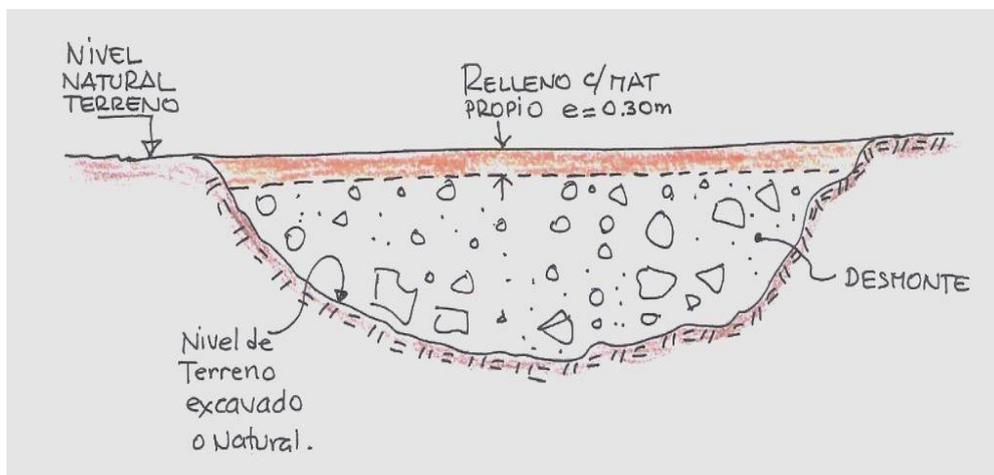
El volumen de material a considerar en esta partida será autorizado por la Supervisión y en todo caso no podrá ser superior al presupuestado en el expediente técnico.

Se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

Ubicar una zona en la que se deberá ejecutar de forma manual un área de excavación, de aproximadamente 0.60 de metros de profundidad y de forma circular se deberá colocar el material de demolición, teniendo en cuenta que el desmonte sea esparcido de forma uniforme.

Luego toda el área deberá ser recubierta con el material removido inicialmente.

Finalmente se deberá proporcionar un riego con agua para consolidar el área de relleno.



**Figura 7:** Esquema del terreno natural

#### **4.8.4. Disposición del material excedente**

El material retirado podrá ser utilizado para construir plataformas de acceso a las obras que lo requieran.

Si el material es rico en materia orgánica, podrá ser utilizado como tierras de abono en áreas donde los terrenos agrícolas de los pobladores se encuentren degradados, permitiendo de esta manera recuperarlos.

Se puede considerar el uso de material excedente de obra, como defensa natural en los canales donde se ha previsto intervención como parte del trazo del canal existente, para mejorar la forma del bordo.

El volumen a explanar será verificado y autorizado por el Ingeniero Supervisor y en todo caso el máximo a trabajar será el que se ha considerado en el presupuesto de la obra. El pago se efectuará cuando el Supervisor haya verificado la culminación del trabajo autorizado por él.

#### **4.8.5. Restauración de áreas afectadas por campamento**

La restauración de áreas afectadas por campamento comprende el suministro de la mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de la restauración de las áreas afectadas por campamento, una vez concluidas las obras.

Comprende la remoción y demolición de todos los elementos utilizados en el acondicionamiento del campamento de obra y patio de máquinas y la posterior limpieza de las áreas afectadas.

El Contratista ejecutará las siguientes acciones comprendidas en esta partida:

Eliminación de desechos: Los desechos producto del desmantelamiento del campamento serán trasladados a los depósitos de relleno acondicionados para tal fin, de tal manera que el ambiente quede libre de materiales de construcción y desechos en general.

Clausura de silos y relleno sanitarios: La clausura de silos y rellenos sanitarios, utilizando para ello el material excavado inicialmente, cubriendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.

Eliminación de pisos: Los restos de los pisos que formaron parte del campamento deberán ser totalmente levantados y los residuos se trasladarán a los botaderos indicados por el Supervisor o acondicionados en el área. De esta forma se garantiza que el ambiente utilizado para estos

propósitos quede libre de desmontes.

Recuperación de la morfología: Se volverá a nivelar el terreno a las anteriores condiciones, asimismo las zonas que hayan sido compactadas deben ser humedecidos y removidas, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

Colocado de una capa superficial de suelo orgánico: Se ejecutará utilizando el material superficial (suelo orgánico) de 20 -25 cm, que inicialmente fue retirado y almacenado, antes de la construcción del campamento.

Se determinará las áreas restauradas realmente ejecutadas y aprobadas por el Supervisor. Se pagará de acuerdo al precio unitario contratado, una vez que el Supervisor haya verificado la terminación de la restauración del área del campamento, conforme a las indicaciones de las presentes especificaciones.

#### **4.8.6. Restauración de áreas afectadas por preparación de concreto**

Comprende el suministro de la mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la ejecución de la restitución de las áreas afectadas por la preparación de concreto, una vez concluidas las obras.

Consiste en la remoción y demolición de todos los elementos de concreto que resulten como remanentes de la elaboración del concreto utilizado en la construcción de las estructuras proyectadas.

La restitución del área afectada contempla las siguientes tareas:

Limpieza de desechos

Con una cuadrilla de trabajadores, se procederá a limpiar todos los materiales desechados en el área intervenida, tales como: envases de lubricantes, plásticos y todo tipo de restos no degradables, los cuales serán transportados al depósito de desechos respectivo y adecuado para tal fin.

Eliminación de pisos y restos de concreto

Esta tarea se realiza con una cuadrilla de trabajadores y equipos, que efectuarán el levantamiento del material de ripio que corresponde al piso y los restos de mezcla de concreto, el cual debe ser trasladado al depósito de desechos diseñado en la zona. Recuperación de la morfología, se

procederá al renivelado del terreno alterado con una motoniveladora, acondicionándolo de acuerdo al entorno circundante.

Colocado de una capa superficial de suelo orgánico.

Una vez recuperada la morfología del área alterada se procede a colocar la capa orgánica del suelo (20-25 cm) que previo a su instalación fue retirada y almacenada adecuadamente.

#### **4.8.7. Revegetación de áreas afectadas**

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales y herramientas necesarios para la ejecución de la plantación, reforestación, revegetación o reimplante de pastos y/o arbustos, arboles, plantas de cobertura de terreno y en general de plantas de zonas o áreas que antes del inicio de los trabajos se encontraban con vegetación.

La revegetación del área afectada contempla las siguientes tareas:

Restauración de áreas de vegetación que hayan sido alteradas por el proceso de construcción del canal, obras de arte, caminos de acceso.

Restauración de la superficie exterior de los depósitos de desechos y en las zonas aledañas donde se haya dañado y perdido la vegetación inicial, para permitir readecuar el paisaje a la morfología inicial.

#### **4.8.8. Sellado de letrinas**

Comprende el suministro de la mano de obra, materiales y herramientas necesarios para el sellado y mantenimiento de letrinas y tanques sépticos utilizados en el campamento y en la zona, durante la ejecución de la obra.

Se deberá rociar cal en las letrinas y/o tanques sépticos para evitar la formación de gases y neutralizar los procesos químicos orgánicos para luego proceder a taparlos con material propio de la zona y sellarlos de modo tal que se recupere la morfología del área afectada.

## **4.9. Programa de salud, seguridad y medio ambiente**

### **4.9.1. Seguridad del Personal.**

Revisar periódicamente los equipos, motores y vehículos para su reparación o reposición.

Capacitar al personal de obra. (en temas de salud, seguridad y medio ambiente).

Usar obligatoriamente el equipo de protección personal (EPP).

### **4.9.2. Equipo de Protección Personal (EPP)**

El EPP cumple un papel muy importante en la prevención de daños a la salud. Está diseñado para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con sustancias o elementos químicos, físicos, eléctricos, mecánicos y otros.

Los trabajadores que realicen actividades que puedan causar lesiones o trabajen en zonas que impliquen riesgos para la salud contarán con EPP, el cual está compuesto por los siguientes:

Protectores auditivos, máscaras nasales, cascos de seguridad, botas con punta de acero, guantes, lentes de seguridad (según sea la actividad), arneses (trabajos en altura).

El personal que trabaje en zonas con niveles altos de ruido (80 db) contará con protectores auditivos.

### **4.9.3. Procedimientos de Trabajo**

Cada tarea especializada que pueda o no ocasionar algún riesgo sobre la salud contará con un procedimiento específico. Este procedimiento consignará, entre otros aspectos, lo siguiente:

La descripción, la responsabilidad, equipo, análisis de riesgo.

### **4.9.4. Señalización**

Es parte de la prevención de accidentes una adecuada señalización de seguridad y salud en todas las zonas de trabajo. Algunos tipos de señalización que se deben tener en cuenta son los siguientes:

Señalización de advertencia, que previene sobre algún tipo de peligro o situación potencialmente peligrosa.

Señales de evacuación, que indican salidas de emergencia y acciones de evacuación.

Señales foto luminiscente, las que son señales visibles en condiciones mínimas de luz.

Seguridad de obligación, cuyas señales indican la necesidad de realizar una acción o de utilizar un equipo determinado.

Señales de prohibición, en las cuales se prohíbe la realización de determinadas actividades o acciones.

Señales de socorro, las que indican la ubicación de sistemas y equipos de emergencia.

#### **4.10. Plan de manejo de residuos**

El Plan de Manejo de Residuos considera todo el material de descarte y desecho que se obtenga, producto de las actividades. Este será aplicado para todas las fases del proyecto.

##### **4.10.1. Gestión de Residuos.**

Los principios básicos que se tendrán en cuenta para la gestión de residuos en todas las fases del proyecto son los siguientes:

a. Generación y segregación: Los residuos producidos, serán recepcionados en los depósitos colocados en cada ambiente específico. Para el efecto, se dispondrán de recipientes que faciliten su manipulación, almacenaje del tipo de residuo esperado (de acuerdo con la instalación donde se ubique) y que permitan una rápida limpieza.

b. Recolección: La recolección se efectuará según el programa de recojo, con una frecuencia y horario acorde con la generación diaria esperada.

c. Transporte: La administración del proyecto determinará, en cuanto se inicie la operación del proyecto, los horarios para el transporte de los residuos.

d. Almacenamiento: contarán con un lugar de almacenamiento intermedio que concentre temporalmente los residuos de estas instalaciones y servicios cercanos.

e. Disposición final: La Empresa Contratista, contratará una Empresa Prestadora de servicios debidamente autorizada ante DIGESA, la

cual realizará la disposición final de los residuos, desde el punto de sus actividades.

#### **4.10.2. Residuos Domésticos**

Los residuos orgánicos provienen principalmente de restos de comida.

Los residuos de papeles y cartones.

Los residuos de vidrio.

Los residuos de plásticos.

#### **4.10.3. Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos como: bolsas de cementos y de aditivos e insumos peligrosos.

Y los Residuos Peligrosos Inflamables como: hidrocarburos usados, materiales impregnados con hidrocarburos.

Para el caso de hidrocarburos usados deben ser acumulados en cilindros que garanticen su almacenamiento, los cuales contarán con sus respectivas bandejas anti derrames.

Estos se acumularán en el depósito temporal, la disposición final de la misma estará a cargo de una EPS-RS.

#### **4.10.4. Residuos Metálicos**

Estos se acumularán en el depósito temporal, la disposición final de la misma estará a cargo de una EPS-RS./ EC-RS, según sea el caso.

#### **4.10.5. Residuos Generales**

Estos residuos son los provenientes de los servicios higiénicos

CÓDIGO DE COLORES SEGÚN NTP 900.058.2005 PARA EL MANEJO DE RESIDUOS



**Figura 8:** Código de colores según NTP 900.058.2005 para el manejo de residuos

Para el caso de servicios higiénicos la constructora deberá de contar con baños portátiles según la cantidad de sus operarios y los residuos deberán ser evacuados por una empresa autorizada.

#### **4.11. Plan de contingencia**

El objetivo del Plan de Contingencia es proporcionar los lineamientos generales para dar una respuesta inmediata y eficiente ante las eventualidades posibles para proteger la salud y la vida humana, y los bienes del proyecto.

Durante la fase constructiva habrá una brigada de emergencia, la cual será la primera respuesta. Ante cualquier emergencia, se llamará a la Compañía de Bomberos Voluntarios del Perú - Lambayeque y a la Policía Nacional del Perú, quienes cuentan con personal perfectamente entrenado; a su llegada, ellos tomarán el liderazgo y conducirán la respuesta a la emergencia presentada.

La brigada de emergencia será liderada por el ingeniero residente. Esta estará integrada por trabajadores de la empresa, los cuales estarán entrenados y participarán en entrenamientos y ejercicios a fin de encontrarse preparados para responder ante emergencias.

#### 4.12. Plan de capacitación

Como parte del plan de capacitación se ha incorporado temas relacionados a los temas ambientales y de seguridad. La capacitación y sensibilización son unas de las más importantes herramientas, pues los trabajadores toman conciencia de la problemática.

Dicho plan se implementará en toda la etapa constructiva del proyecto. Ver Cuadro de Capacitación y Entrenamiento.

Asimismo, el entrenador tendrá que contar con un área específica para impartir las capacitaciones, las evidencias de las capacitaciones las registrará en una Lista de Asistencia.

**Tabla 38.**

*Plan de Capacitación y entrenamiento*

PLAN DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO				
ITEM	TEMAS	PÚBLICO	DURACIÓN	ENTRENADOR
1	Manejo de Sustancias Tóxicas y Peligrosas	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra
2	Manejo de Hidrocarburos	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra
3	Uso del EPP para Actividades	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra
4	Uso Responsable del agua	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra
5	Manejo Residuos Sólidos	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra
6	Importancia de la re vegetación, forestación y reforestación	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra
7	Entrenamiento a vigías	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra
8	Relación Comunidad, Medio Ambiente	Colaboradores	30 minutos	Ing. Residente de la Obra

#### **4.13. Plan de monitoreo ambiental**

El plan de monitoreo ambiental permitirá alcanzar el cumplimiento de las indicaciones y medidas preventivas y correctivas a fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente durante la construcción del proyecto.

Los objetivos específicos del plan de monitoreo son los siguientes:

Conocer el efecto real causado por los impactos, a través de mediciones en los componentes ambientales señalados más adelante.

Detectar de manera temprana cualquier efecto no previsto y no deseado, de modo que sea posible controlarlo definiendo y adoptando medidas o acciones apropiadas y oportunas.

El plan de monitoreo en el área del proyecto considera:

Calidad de Aguas Superficiales.

Estación de Monitoreo.

Para el monitoreo de calidad de las aguas superficiales se ha considerado (01) punto de monitoreo de calidad de agua, cuyas coordenadas son: Norte: 9260169.653, Este: 620292.002

Metodología: El muestreo, la preservación de las muestras y los análisis de laboratorio se realizarán según el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua.

Frecuencia:

El monitoreo de la calidad de las aguas superficiales se llevará a cabo al inicio y final de la construcción.

Parámetros:

Los parámetros a ser analizados en las muestras tomadas incluyen: parámetros generales (pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, temperatura), TSS.

### **Por lo tanto:**

- El proyecto se hará viable a medida que se cumpla la normativa legal y constructiva.
- Se tomarán las medidas adecuadas para poder mitigar los impactos identificados para evitar posibles conflictos con las comunidades vecinas.
- Según los resultados de la Matriz de Leopold el proyecto se hace viable, puesto que el puntaje final de los impactos, para la construcción es positiva.
- El presente estudio es técnica y ambientalmente factible, siempre y cuando se consideren las medidas de control.

### **Debemos tomar acción:**

- Remitir el presupuesto necesario para las medidas de control propuestas.
- Implementar una adecuada política de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego.
- Establecer programas de monitoreo para la preservación de la flora, fauna, agua, suelos y aspectos socio-económicos-culturales.
- Cumplir con el Plan de Monitoreo establecido.

## **4.14. Estudio de análisis de riesgo y plan de contingencia de seguridad de la construcción**

### **4.14.1. Plan de contingencia**

#### **A. Objetivos**

El plan de contingencia tiene por objeto establecer las acciones que se deben ejecutar frente a la ocurrencia de eventos imprevistos en la fase de construcción, que pueden ser de carácter técnico, accidental o humano, con la finalidad de proteger la vida humana, los recursos naturales y los bienes en la zona del proyecto, así como evitar retrasos y costos extras durante la ejecución de la obra. En la fase de operación, las contingencias serán menores en número, pero mucho mayores en frecuencia de ocurrencia. En este

plan se esquematiza las acciones que serán implementadas si ocurrieran contingencias que no pueden ser controladas por simples medidas de mitigación y que puedan interferir con el normal desarrollo del proyecto.

Toda vez que las instalaciones están sujetas a eventos naturales que obedecen a fenómenos meteorológicos de área desplazada. Movimientos sísmicos, inundaciones, incendios, etc.

También se considera emergencia controlada por eventos producto de errores de operación, como derrames de aceites, grasas, lubricantes, entre otros, por lo tanto, era necesario contar con el concurso de especialistas encargados de emergencias ambientales.

## **B. Metodología**

A continuación, se explica la metodología que se llevará a cabo en el proceso del plan de contingencia.

Inicialmente deben identificarse los posibles eventos impactantes, tomando como base el Plan de Manejo Ambiental previamente presentado, haciendo una clara diferenciación de ellos, en razón de sus causas según las cuales se clasifican en:

**a) Contingencias Accidentales.** Aquellas originadas por accidentes ocurridos en los frentes de trabajo y que requieren de una atención médica y de organismos de rescate y socorro.

Sus consecuencias pueden producir pérdidas de vidas. Entre estas contingencias se cuentan los incendios y accidentes de trabajo (electrocución, caídas, incineración, etc.)

También aquellas originadas por mordeduras o picaduras de animales, las que dependiendo de su gravedad, pueden ocasionar graves consecuencias.

**b) Contingencias Técnicas.** Son las originadas por procesos constructivos que requieren una atención técnica, ya sea de construcción o de diseño. Sus consecuencias pueden reflejarse en atrasos y costos extras para el proyecto. Entre ellas se

cuentan los atrasos en programas de construcción, condiciones geotécnicas inesperadas y faltas en el suministro de insumos, entre otros.

**c) Contingencias Humanas.** Son las originadas por eventos resultantes de la ejecución misma del proyecto y su acción sobre la población establecida en el área de influencia de la obra, o por conflictos humanos exógenos. Sus consecuencias pueden reflejarse en atrasos en la obra, deterioro de la imagen de la empresa propietaria, dificultades de orden público, etc. Se considera como contingencias humanas fenómenos naturales, a los paros cívicos y las huelgas de trabajadores.

### **C. Análisis de riesgos**

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de riesgos y las medidas preventivas para la atención de las contingencias, en las fases de construcción, en la fase de operación y cierre, realizado para determinar el grado de afectación en relación con los eventos de carácter técnico, accidental y/o humano.

Conviene señalar que existen diversos agentes (naturales, técnicos, humanos), en la fase de construcción, como son los accidentes que podrían aumentar la probabilidad de ocurrencia de alguno de los riesgos. En la fase de operación o funcionamiento se tienen otros riesgos entre los que sobresalen los mismos, condiciones geotécnicas inesperadas, procedimientos constructivos inadecuados, materiales de baja calidad, malas relaciones con la comunidad y los trabajadores, situaciones políticas en el ámbito regional o nacional desfavorables.

## Riesgos previsibles en la zona de influencia del Proyecto

Tabla 39.

*Riesgos previsibles en la zona de influencia del proyecto*

<b>RIESGO</b>	<b>LOCALIZACION</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
Movimientos Sísmicos	Generación de sismos de mayor o menor magnitud, que puedan generar desastres y poner en peligro la vida de los trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de las normas de seguridad.</li> <li>- Coordinación con las entidades de socorro del distrito y participación en las prácticas de salvamento que estas programen.</li> <li>- Señalización de rutas de evacuación, y divulgación sobre la localización de la región en una zona de riesgo mínimo.</li> </ul>
Falta de estructuras	Cimentación, columnas, vigas y techo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llevar un control adecuado, tanto de la calidad de los materiales utilizados, como de los procesos constructivos.</li> </ul>
<b>RIESGO</b>	<b>LOCALIZACION</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>
Accidentes de trabajo	Se pueden presentar en todos los frentes de obra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad industrial.</li> <li>- Señalización clara que avise al personal y a la comunidad al tipo de riesgo al que se someten.</li> <li>- Cerramientos con cintas reflectivas, mallas barreras, en los sitios de más posibilidades de accidente.</li> </ul>
Epidemias	Se pueden presentar en todos los frentes de la obra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cumplimiento de las normas de seguridad</li> <li>- coordinación con las entidades de socorro del distrito y la participación en las prácticas de salvamento que estas programen.</li> </ul>
Mordeduras y picaduras	Se pueden presentar en todos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pueden presentar en todos los frentes de la obra.</li> </ul>

	los frentes de la obra.	- Coordinación con las entidades de socorro del distrito y la participación en las prácticas de salvamento que estas programen.
		- Contar con varios proveedores en diferentes en diferentes lugares.
<b>Fallas en el Suministro de Insumos</b>	Todo el proyecto podría verse afectado	- Mantener una sobre existencia razonable de máximos y mínimos en los lugares de almacenamiento para subsanar una carencia de suministro, mientras el proveedor se normaliza, o usar otro diferente.
		- Cumplir con rigurosidad las normas de trabajo establecidas por la legislación peruana.
<b>Huelga de trabajadores</b>	Cualquier parte del proyecto podría verse afectado	-Garantizar buenas condiciones físicas y psicológicas en el trabajo.
		- Mantener una buena comunicación entre los trabajadores y contratista.

#### **D. Manejo de contingencias**

Se deberá comunicar previamente al centro de salud de la localidad más cercana, o de ser el caso de emergencia al hospital Belén de Lambayeque, sobre el inicio de las obras en el sector Yéncala León, del distrito de San José para que esté preparado frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir.

Los hospitales y centro de salud deberán estar informados y dispuestos a colaborar en lo que sea necesario.

Para cada uno de los tipos de contingencia que pueden presentarse durante la construcción y operación del proyecto, se plantea un procedimiento particular, el cual se presenta a continuación:

#### **4.14.2. Contingencia accidental**

El manejo respectivo se describe a continuación:

- A.** Comunicación al ingeniero encargado del frente de trabajo, éste a su vez Informará a la caseta del control u oficina, donde se mantendrá comunicación con todas las dependencias del proyecto.
- B.** Comunicar la contingencia a la unidad de atención de riesgos ambientales, en la cual, si la magnitud del evento lo requiere, se activará en forma inmediata al plan de atención de emergencia que involucra las acciones inmediatas.
- C.** Envío de una ambulancia o movilidad utilizada para trasladar al personal al sitio del accidente si la magnitud lo requiere, igualmente, se enviará el personal necesario para prestar los auxilios y colaborar con las labores de salvamento.
- D.** De acuerdo con la magnitud del caso, se comunicará a los centros de salud ubicados en los distritos de San José y Lambayeque para solicitar el apoyo necesario.
- E.** Simultáneamente el encargado de la obra iniciara la evacuación del frente.
- F.** Controlada la emergencia el contratista hará una evaluación que es lo que originó el evento el manejo dado y los procedimientos empleados, con el objeto de optimizar la operatividad del plan para eventos futuros.

#### **4.14.3. Contingencia técnica.**

Si se detecta un problema de carácter técnico durante el proceso constructivo, el inspector y/o ingeniero encargado del frente de la obra evaluará las causas, determinará las posibles soluciones y definirá si cuenta con la capacidad técnica para resolver el problema.

Si las características de la falla no le permiten hacerlo, informara de la situación a la supervisión.

Si el caso puede resolverlo la supervisión llamara al contratista y le comunicara la solución.

Si esta instancia no puede resolver el caso, comunicará el problema

a la oficina de Infraestructura y Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Lambayeque que, a su vez, hará conocer inmediatamente el problema al proyectista, este procederá a estudiar la solución, la comunicará al supervisor y este al contratista.

#### **4.14.4. Contingencia humana.**

Las acciones a seguir en caso de una contingencia humana dependerán de las responsabilidades o no del contratista en su generación y por ende en su solución, estas contingencias se atenderán como se indica a continuación:

En los casos de paros o huelgas que comprometan directamente al contratista de la obra, deberá dar aviso inmediato a la supervisión técnica y a la gerencia regional de infraestructura del gobierno regional de Lambayeque sobre el inicio de la anomalía y las causas que la han motivado.

En eventualidades, como problemas masivos de salubridad dentro del personal del proyecto (intoxicación, epidemias), el contratista deberá dar aviso inmediato al propietario y a la supervisión técnica, describiendo las causas del problema, y sus eventuales consecuencias sobre el normal desarrollo de la obra. Adicionalmente estará comprometido, en los casos que lo ameriten, para realizar una información rápida, se deberá contar en la obra con líneas de teléfonos móviles exclusivos para la obra.

Se coordinará con Defensa Civil, Municipalidad de Lambayeque, Delegaciones Policía Nacional del Perú, Centros Médicos del Ministerio de Salud, Essalud, Compañía de Bomberos, entre otros para su colaboración en atender las contingencias.

Se tendrá un listado con los pasos que deberán seguirse y con las personas a las cuales se tenga que comunicar el suceso.

En casos de desastres se recomienda:

Identificar y señalar las áreas susceptibles de desplazamientos y la ruta posible de la dirección de estos.

Establecer los mecanismos de comunicación del peligro de los

pobladores y áreas que pueden ser afectadas a fin de ser evacuadas a lugares seguros predeterminados.

Coordinar con áreas multisectoriales a fin de ejecutar campañas de educación ambiental y de Defensa Civil.

Contar con equipos de auxilio paramédico conformados por personal preparado en brindar atención de primeros auxilios y que dispongan de camilla balones de oxígeno y medicinas.

Equipos contra incendios. Los equipos móviles estarán compuestos por extintores de polvo químico los cuales estarán implementados en todas en todas las unidades móviles del proyecto además las instalaciones auxiliares (almacenes) deberán contar con extintores y cajas de arena.

#### **4.15. Contingencias durante la etapa de mantenimiento**

Entre las principales contingencias que puedan ocurrir durante la etapa de mantenimiento están:

##### **4.15.1. Peligro de Electrocuación.**

Ante la posible ocurrencia de dicho evento se deberá proceder de la siguiente manera:

Desenergizar el circuito o la línea conductora en el área del siniestro.

Trasladar inmediatamente a las personas afectadas al Centro de Salud o Posta Medica más cercana para su tratamiento, o Señalizar el área afectada.

Efectuar las reparaciones y realizar una evaluación del accidente.

##### **4.15.2. Peligro de Incendio.**

Esto podría ocurrir debido a sobrecargas del circulito eléctrico o cortocircuito ocasionado por factores externos a la operación misma del sistema de transmisión. Las pautas básicas a seguir ante la presencia de un incendio son las siguientes:

Localizar y aislar inmediatamente la zona afectada a lo largo de la línea de transmisión abriendo el circuito eléctrico mediante los equipos de protección o directamente.

Evacuar a las personas hacia el Centro Médico o Posa más cercana.  
Sofocar el incendio con extintores los cuales deberán ser instalados en lugares visibles.

La vigencia y operatividad de estos equipos deberá ser continuamente controlada por el personal encargado de la operación del sistema.

Señalizar y aislar la zona afectada hasta su completa reparación.

Efectuar una evaluación de los daños que pudieran haberse producido.

La mejor manera de evitar los accidentes es a través de la prevención por lo que se recomienda a la Jefatura informar sobre los posibles peligros. Sin embargo, se deberá también capacitar en primeros auxilios al personal para dar las atenciones básicas cuando ocurra este tipo de accidentes.

#### **4.16. Responsabilidad**

El responsable del desarrollo del programa de contingencias durante la etapa de construcción será el Contratista y/o Ingeniero Residente durante el funcionamiento el Jefe de Infraestructura y Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Lambayeque.

El comité de respuestas ante eventuales contingencias durante la etapa de construcción estará conformado de la siguiente manera:

Jefe de obra	Presidente
Responsables Técnicos	Coordinadores
Brigadas de emergencia	Integrado por trabajadores de la obra
y	pobladores de la zona.

#### **4.16.1. Seguridad en la construcción.**

##### **4.16.1.1. Introducción**

Para contemplar la seguridad que debe haber en una obra se tendrá en cuenta la Norma G - 50 "Seguridad en la Construcción" del Reglamento Nacional de Edificaciones"

Los índices de siniestralidad laboral colocan al sector de la construcción en una primera posición con respecto a otras actividades del país (agricultura industria y servicios)

Los trabajos en construcción están asociados a muchos riesgos

que puedan ocasionar un accidente mortal o un perjuicio para la salud caer desde una altura, quedar atrapado por la tierra o los escombros esguinces o problemas de espalda al manipular cargas, entrar en contacto con sustancias peligrosas, etc.

Muchos estudios sobre la siniestridad en este sector indican que el 80% de los accidentes tienen sus causas en errores de organización planificación y control y que el 20% restante se debe a errores de ejecución. De allí la importancia de integrar la prevención desde el proyecto tal y como obliga la actual legislación (Estudio de Seguridad y Salud) y la necesidad de que todas las personas implicadas en el proceso productivo tengan información sobre los riesgos y su perención. A continuación, se ofrecen unos consejos básicos sobre salud y seguridad en construcción con el fin de ayudar a prevenir los accidentes de los trabajadores y también lo que puedan sufrir otras personas ajenas a la obra.

#### **4.16.1.2. Medidas preventivas**

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos existentes en el trabajo y las medidas de control que deben seguirse, así como impartir la información necesaria para la realización de cada tarea. Valla la obra para evitar el acceso a la misma de personas que no trabajen en ella. Crear accesos seguros en la zona de trabajo (andamios techos zanjas etc.) mediante la utilización de pasarelas y torres de acceso protegidas.

Señalizar toda la obra indicando las vías de tráfico de los vehículos. Marcar en el suelo las zonas de paso de estos y las vías de los peatones manteniendo si es posible una separación física entre ambas. Indicar la prohibición de entrada de personas ajenas a la obra mediante la señal correspondiente.

Mantener segura las vías de tráfico. Señalar y delimitar espacios "seguros" alrededor de los vehículos de carga y de la maquinaria de excavación (retroexcavadora pala cargadora buldózer etc.). los limites vienen dados por el alcance máximo de estos vehículos ya sean propios de la obra instalados sobre un camión o móviles se deben señalar y vallar en cada caso.

Formar de manera específica a los conductores de los vehículos mencionados (deben disponer de un documento acreditativo). Además, es necesario que el trabajador tenga la autorización expresa de la empresa.

Usar los dispositivos obligatorios de seguridad de las máquinas (señales sonoras y protectores) y revisar su buen funcionamiento.

Dotar la obra con instalaciones eléctricas y de descanso que cubran las necesidades de todas las personas que trabajen en ella.

Establecer procedimientos de emergencia

instalando los medios necesarios contra incendios (extintores vías de evacuación etc.) y de primeros auxilios.

Instalar los montacargas y elevadores de manera que su solidez y estabilidad estén garantizada.

Asignar el montaje, desmontaje y modificación de andamios a personas formadas por ellos. Comprobar periódicamente su estado de seguridad sobre todo después de mal tiempo. Instalar en ellos barandillas, rodapiés y redes para evitar la caída de personas y objetos.

Utilizar equipos mecánicos de manipulación de carga y eliminar en lo posible la manipulación manual. Formar a las personas que trabajan sobre cómo levantar cargas con seguridad.

Instaurar medidas para reducir la exposición al ruido. Prioritariamente se procurará el aislamiento de las máquinas generadoras de ruido y el uso de los EPI (orejeras y tapones). Almacenar de forma segura las sustancias peligrosas siguiendo las indicaciones de las Fichas de Datos de Seguridad.

Utilizar los equipos de protección personal que sean necesarios: casco, guantes, calzado, cinturón, mascarilla contra la exposición al polvo (materiales silicatos, etc.).

Instalar protecciones colectivas contra caídas en todos los lugares que sea necesario (barandillas, coberturas de huecos, redes de seguridad). Identificar los techos y partes frágiles de la obra y proteger los agujeros con cubiertas marcadas y fijadas para evitar las caídas.

Instalar protecciones que eviten que las personas o los vehículos caigan en las excavaciones. Vallas señalizadas (frangas roja y blanca) a 1.50 m. mínimo del borde del vaciado barandillas en zonas de paso a 0.60 m. del borde del vaciado. Topes de seguridad para vehículos etc.

#### **4.16.1.3. Condiciones de seguridad en el desarrollo de una obra de mejoramiento de canales**

##### **A. Accesos circulación y señalización dentro de la obra**

Toda obra de edificación debe contar con un cerco de protección que limite el área de trabajo. Este cerco deberá contar con una puerta con elementos necesarios de cerramiento la misma que será controlada por un vigilante que registre el ingreso y salida de materiales y de las personas de la obra.

El acceso a las oficinas de la obra deberá preverse en la forma más directa posible desde la entrada buscando en lo posible que la ubicación de las mismas sean perimétricas.

Si para llegar a las oficinas de la obra sea necesario cruzar la zona de trabajo el acceso deberá estar cubierto para evitar accidentes por la caída de herramientas o materiales.

El área de trabajo estará libre de todo elemento punzante (clavos alambres, fierro, etc.) así como de sustancias tales como grasas, aceites u otros que puedan causar accidentes por deslizamiento. Así mismo se deberá eliminar los conductores con tensión proteger las instalaciones públicas existentes: agua desagüe etc. La circulación se realizará por rutas debidamente señaladas con un ancho mínimo de 60 cm.

El contratista deberá señalar los sitios indicados por el responsable de seguridad de conformidad a las características de señalización de cada caso en particular. Estos sistemas de señalización (carteles, vallas, balizas, cadenas, sirenas, etc.) se mantendrán modificarán o adecuarán según la evolución de los trabajos y sus riesgos emergentes.

Se deberá alertar adecuadamente la presencia de obstáculos que

puedan originar accidentes.

En las horas diurnas se utilizarán barreras o carteles indicadores que permita alertar debidamente el peligro.

En horas nocturnas se utilizarán complementando con las barreras balizas de luz roja en lo posible intermitentes.

En horas nocturnas queda prohibido colocar balizas de las denominadas de fuego abierto.

Periódicamente se realizarán charlas de la seguridad en la obra.

La obra se mantendrá constantemente limpia para lo cual se eliminarán periódicamente los desechos y desperdicios los mismos que deben ser depositados en zonas específicas señaladas y/o en recipientes adecuados.

## **B. Almacenamiento y manipuleo de materiales**

El área de almacenamiento deberá disponer de un área de manipuleo.

Ubicación del área de almacenamiento y disposición de los materiales,

Sistemas de protección de reas de almacenamiento.

El manipuleo de materiales será realizado por personal especializado.

Los materiales se apilarán hasta la altura recomendada por el fabricante.

### **a) Uso de escaleras portátiles**

#### **Inspección Visual**

Antes de usar una escalera será inspeccionada visualmente.

Si tiene rajaduras en largueros o peldaños o los últimos están flojos no deben ser usadas.

La altura del contrapaso de las escaleras será uniforme e igual a 30.

#### **Apoyo y Posición**

Estarán apoyadas sobre paso firme y nivelado.

Se atará la escalera en el punto de apoyo superior.

Sobresaldrá del apoyo superior por lo menos 60 cm.

La inclinación de la escalera será tal que la relación entre la distancia del apoyo al pie del paramento y a la altura será de 1:4  
La altura máxima a cubrir con una escalera portátil no excederá de 5.0 mt.

### **Empleo correcto**

Antes de subir por una escalera deberá cuidarse la limpieza de la suela del calzado.

Para el uso de este tipo de escalera se deberá exigir que el personal obrero se tome con albas manos de los peldaños.

Las herramientas se llevarán en bolsos especiales o serán izadas.  
Subirá o bajará una solo persona a la vez.

Se deberá desplazar la escalera para alcanzar puntos distantes no inclinarse exageradamente (no saliéndose de la vertical del larguero más de medio cuerpo)

Estarán provistas de tacos antideslizantes en las bases de los largueros.

### **Escaleras provisionales**

Las escaleras provisionales deberán tener como máximo 20 contrapasos cuya altura no excederá de 20 cm. para alturas mayores se proveerá descansos.

Las escaleras provisionales deberán contar con barandas de seguridad.

El ancho útil de las escaleras provisionales será de 60 cm. como mínimo.

Las escaleras provisionales serán construidas con madera en buen estado de conservación sin "nudos" que puedan alterar su resistencia.

### **Uso de andamios**

Los andamios que se usarán en la obra sean cual sea su tipo responderán al diseño de un profesional responsable garantizando la capacidad de carga estabilidad y un coeficiente de seguridad no menor a 2.

Los andamios que se apoyen en el terreno deberán tener un

elemento de repartición de carga.

Los andamios se fijarán a la edificación de modo tal que se garantice su verticalidad y se evite los movimientos de oscilación. La plataforma de circulación y de trabajo en los andamios será de madera de un grosor no menor de 5 cm. (2") y un ancho mínimo de 25 cm. (10").

El ancho mínimo de la plataforma será de 50 cm.

Las plataformas de trabajo deberán tener una baranda de protección hacia el lado exterior del andamio. Asimismo, el empalme de los tablones se hará en el apoyo del andamio y con un traslape no menor a 30 m.

Los tablones que conforman la plataforma de trabajo no deberán exceder más de 30 cm. del apoyo del andamio.

En andamios móviles se deberá contar con estabilizadores que eviten su movimiento.

No se moverá un andamio móvil con personal o materiales sobre él.

Para evitar la caída de herramientas o materiales se colocarán en ambos bordes longitudinales un tablón que hará de guardiapie o zócalo de no menos de 4 "de alto.

#### **b) Equipo de protección personal para los trabajadores**

Todo personal que labore en una obra de edificación deberá usar el siguiente equipo de protección personal:

Ropa de trabajo adecuada a la estación y a las labores a ejecutar (overol o camisa y pantalón o mameluco)

Casco de seguridad tipo jockey, para identificar la categoría y ocupación de los trabajadores los cascos de seguridad serán de colores específicos, cada empresa definirá los colores asignados a las diferentes categorías y especialización de los obreros,

Zapatos de seguridad y adicionalmente botas impermeables de jebe para trabajos en zonas húmedas.

En zonas donde el ruido alcance niveles mayores de 90 dB los trabajadores deberán usar tapones o protectoras de oído, se reconoce de manera practica un nivel de 90 dB cuando una persona deja de escuchar su propia voz en tono normal.

En zonas expuestas a la acción de productos químicos se proveerá al trabajador de ropa y de elementos de protección adecuados.

En zonas de gran cantidad de polvo se deberá proveer al trabajador de anteojos y respiradores contra el polvo o colocar en el ambiente aspersores de agua.

En zonas lluviosas se proporcionará al trabajador "ropa de agua" Para trabajos en altura se proveerá al trabajador de cinturones de seguridad formado por un cinturón propiamente dicho un cabo de manila de diámetro min. de  $\frac{3}{4}$ " y longitud suficiente que permita libertad de movimientos al trabajador y que termine en un gancho de acero con tope de seguro.

En toda obra de altura deberá existir un elemento suficiente fuerte al cual se fijará el gancho de seguridad. Si el frente de trabajo es amplio se proveerá de una línea de vida consistente en un cable de acero de  $\frac{3}{8}$ " de diámetro fijado en varios puntos. En aquellos casos en que se esté trabajando en un nivel sobre el cual se estén también desarrollando otras labores deberá instalarse una malla de protección con abertura cuadrada no mayor de 2 cm.

Los frentes de trabajo que estén sobre 2 m del nivel del terreno natural deberán estar rodeados de barandas y débilmente señalizados.

Los orificios tales como entradas a cajas de ascensor escaleras o pases para futuros insertos deberán ser debidamente cubiertos por una plataforma resistente y señalizados.

### **C. Botiquín**

En toda obra se deberá contar con un botiquín. Los elementos de primeros auxilios serán seleccionados por el responsable de la

seguridad de acuerdo a la magnitud y tipo de la obra.

**a) Botiouín de primeros auxilios (propuestos)**

02 paquetes de guantes quirúrgicos.

01 frasco de yodo povidona 120 ml. Solución antiséptica.

01 frasco de agua oxigenada mediano 120 ml.

01 frasco de alcohol mediano 250 ml.

01 aceptil rojo.

01 tira de goma para torniquetes.

01 termómetro

01 jabón desinfectante

05 paquetes de gasas esterilizadas de 10 cm. x 10 cm.

08 paquetes de apositos.

01 rollo de esparadrapo 5 cm. x 4.5 mts.

02 rollos de vendas elásticas de 3 pul x 5 yardas.

02 rollos de vendas elásticas de 4 pul. x 5 yardas.

01 paquete de algodón x 100 gr.

01 venda triangular.

10 paletas baja lengua (para entablillado de dedos).

01 frasco de solución de cloruro de sodio al 9/100 x 1 litro (para lavado de heridas).

02 paquetes de gasa tipo jalonet (para quemaduras)

02 frascos de colirio de 10 ml.

01 tijera punta roma.

01 pinza

01 camilla rígida

01 frazada

06 tablillas para fracturas.

Servicio de primeros auxilios en emergencia.

Se colocará en un lugar visible un listado de teléfonos y direcciones de las instituciones de auxilios para los casos de emergencia.

Para trabajos con equipos especiales: esmeriles soldadora sierras de cinta o de disco garlopas taladros sandblast o chorros de arena

etc. Se exigirá que el trabajador use el siguiente equipo:

Esmeriles y taladros lentes y caretas de plástico.

Soldadora eléctrica: máscaras, guantes de cuero, mandil, protector de cuero, mangas de cuero según sea el caso.

Equipos de Oxicorte: lentes de soldador guantes y mandil de cuero.

Sierras y Garlopas: anteojos y respiradores ontra el polvo.

Sandblast: máscara, mameluco, mandil protector y guantes.

Los equipos de seguridad deberán de cumplir con normas específicas de calidad nacional o internacional.

Los trabajos de cualquier clase de soldadura se efectuarán en zonas en que la ventilación sobre el área de trabajo sea suficiente para evitar la sobre exposición del trabajador a humos y grasas.

Los soldadores deberán contar con un certificado médico expedido por un oftalmólogo que garantice que no tienen impedimento para los efectos del arco de soldadura.

En los trabajos de oxicorte los cilindros deberán asegurarse adecuadamente empleando en lo posible cadenas de seguridad. Así mismo se verificará antes de su uso las condiciones de la línea de gas.

#### **D. Trabajos con equipo de izaje**

##### **a) Equipo de elevación y transporte**

Todo equipo de elevación y transporte será operado exclusivamente por personal que cuente con la formación adecuada para el manejo correcto del equipo.

Los equipos de elevación y transporte deberán ser operados de acuerdo a lo establecido en el manual de operaciones correspondientes al equipo.

El ascenso de personas solo se realizará en equipos de elevación habilitados especialmente para tal fin.

Las tareas de armado y desarmado de la estructura de los equipos de izar serán realizadas bajo la responsabilidad de un técnico competente y por personal idóneo y con experiencia.

Para el montaje de equipo de elevación y transporte se seguirán las instrucciones estipuladas por el fabricante.

Se deberá suministrar a todo equipo de protección el personal requerido, así como prever los elementos para su correcta utilización (cinturones de seguridad y puntos de enganche efectivos).

Los puntos de fijación y arrastramiento serán seleccionados de manera de asegurar la estabilidad del sistema de izaje con un margen de seguridad.

Los equipos de izar que se construyan o importen tendrán indicadas en lugar visible las recomendaciones de velocidad y operación de las cargas máximas y las condiciones especiales de instalación tales como contrapesos y fijación.

No se deberá provocar sacudidas o aceleraciones bruscas durante las maniobras.

El levantamiento de la carga se hará en forma vertical.

No se remolcará equipos con la pluma.

No levantar cargas que se encuentre trabadas.

Dejar la pluma baja al terminar la tarea.

Al circular la grúa lo hará con la pluma baja siempre que las circunstancias del terreno lo permitan.

Al dejar la maquina el operador bloqueará los controles y desconectará la llave principal.

Antes del inicio de las operaciones se deberá verificar el estado de conservación de estrobos cadenas y ganchos. Esta verificación será según lo establecido en las recomendaciones del fabricante.

Cuando después de izada la carga se observe que no esté correctamente asegurada el maquinista hará sonar la señal de alarma y descenderá la carga para su arreglo.

No se dejarán los aparatos de izar con carga suspendida.

Cuando sea necesario guiar las cargas se utilizarán cuerdas o ganchos.

Se prohíbe la permanencia y el pasaje de trabajadores en la sombra de caída.

Los sistemas de operación del equipo serán confiables y en especial los sistemas de frenos tendrán características de diseño y construcción que aseguren una respuesta segura en cualquier circunstancia de uso normal deberán someterse a mantenimiento permanente y en caso de duda sobre su funcionamiento serán inmediatamente puestos fuera de servicio y sometidos a las reparaciones necesarias.

Para los casos de carga y descarga en que se utilice winche con plataforma de caída libre las plataformas deberán estar equipadas con un dispositivo de seguridad capaz de sostenerla con su carga en esta etapa.

Para la elevación de la carga se usarán recipientes adecuados. No se utilizará la carretilla de mano pues existe peligro de desprendimiento o vuelco del material transportado si sus brazos golpean con los bordes del forjado o losa salvo que la misma sea elevada dentro de una plataforma de elevación y esta cuente con un cerco perimetral cuya altura sea superior a la de la carretilla.

Las operaciones de izar se suspenderán cuando se presenten vientos superiores a 80 km/h.

Todo el equipo accionado con sistemas eléctricos deberá contar con conexión a tierra.

## **b) Estrobos y Eslingas**

Se revisará el estado de estrobos espinas cadenas y ganchos para verificar su operatividad.

La fijación del estrobo debe hacerse en los puntos establecidos y si no los hay se eslingara por el centro de gravedad o por los puntos externo más distantes.

Ubicar el ojal superior en el centro del gancho.

Verificar el cierre del moskuiton de seguridad

Al usar grilletes roscarlos hasta el fondo.

Los estribos no deberán estar en contacto con elementos que los

deterioreen

La carga de trabajo para los estrobos será como máximo la quinta parte de su carga de rotura.

### **c) Ganchos**

Los ganchos cumplirán las siguientes prescripciones.

Los ganchos serán de material adecuado y estarán provistos de pertillos u otro dispositivo de seguridad para evitar que la carga pueda soltarse.

Los ganchos deberán elegirse en función de los esfuerzos a que estarán sometidos.

Las partes de los ganchos que puedan estar en contacto con las esligas no deben tener aristas vivas.

La carga de trabajo será mayor a la quinta parte de la carga de rotura.

### **d) Control de Maniobras**

Por cada equipo de izaje se designará a una persona para que mediante el código internacional de señales indique las maniobras que el operador debe realizar paso a paso.

## **CAPÍTULO V: ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **5.1. Especificaciones técnicas generales**

Las 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 estas especificaciones y también de aquellos no incluidos en la misma, pero que si están en la serie completa de planos y documentos complementarios.

#### **5.1.1. Planos y Especificaciones.**

##### **5.1.1.1. 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 complementarán 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.

##### **5.1.1.2. 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.

#### **5.1.1.3. 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 formarán parte de la Memoria Descriptiva a la entidad los cuales serán requeridos durante el proceso de Recepción de Obra.

#### **5.1.1.4. 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.

#### **5.1.2. Normas Técnicas a Adoptarse en la Construcción.**

La construcción de la Obra se efectuará 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 Test 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.

### **5.1.3. Materiales y Equipo.**

#### **5.1.3.1. 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.

#### **5.1.3.2. Proveedores**

El nombre de los proveedores de materiales y vendedores propuestos para los 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, numero 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.

#### **5.1.3.3. 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.

#### **5.1.3.4. 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.

#### **5.1.3.5. Cuidado 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.

#### **5.1.3.6. 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 ordenará 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.

#### **5.1.4. Estructuras y Servicios temporales.**

##### ***5.1.4.1. Estructuras Temporales***

Toda obra temporal, andamios, escalera, montacargas, arrostramientos,

defensas, bastidores, caminos, entubados, encofrados, 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.

##### ***5.1.4.2. Servicios temporales***

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

En todo momento, se ejercitarán precauciones para la protección de personas y propiedades. Se observarán 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.

#### **5.1.5. Replanteo de Obras.**

##### **5.1.5.1. 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.

##### **5.1.5.2. 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 Ejecutor de sus necesidades para trazos y gradiente, a fin de que se pueda entregar todos los requerimientos y medidas necesarias.

##### **5.1.5.3. 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.

#### **5.1.6. 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.

### **5.1.7. 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 previsibles en los trabajos que abarca esta especificación.

### **5.1.8. Estructuras Existentes.**

#### ***5.1.8.1. Responsabilidad del Ejecutor***

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.

#### ***5.1.8.2. 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.

#### **5.1.8.3. Obras Existente**

El Ejecutor mantendrá en lo posible en servicio todas las obras existentes

durante el proceso de ejecución de la obra.

#### **5.1.9. 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 y estructuras similares, serán de 6 mm a 12 mm

Variación de la vertical en las superficies, 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 para espesores  $d > 20 \text{ cm} + 1 \text{ cm}$ .

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

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.

Variación de la altura de la caja del canal especificado: 0.5 % más de 2 cm.

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.

### **5.2. Especificaciones técnicas particulares**

Las especificaciones técnicas particulares contienen las condiciones a ser aplicadas en la ejecución de las Obras de Riego de cada partida que se realizará durante todo el proyecto, las cuales indicarán lo siguiente, según corresponda:

- a) Descripción
- b) Procedimiento.
- c) Herramientas y Equipos.
- d) Métodos de medición.
- e) Bases de pago, etc.

## CAPÍTULO VI: RESULTADOS

### 6.1. Diagnóstico situacional del proyecto

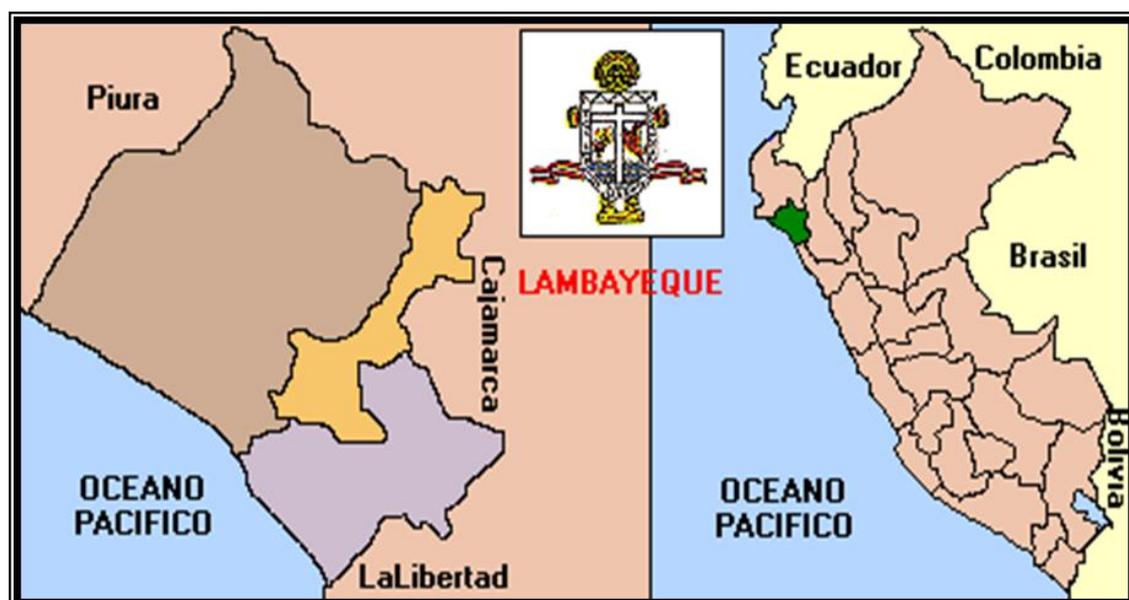
#### 6.1.1. Nombre del proyecto.

“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL YENCALA LEON EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE Y SAN JOSE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE”

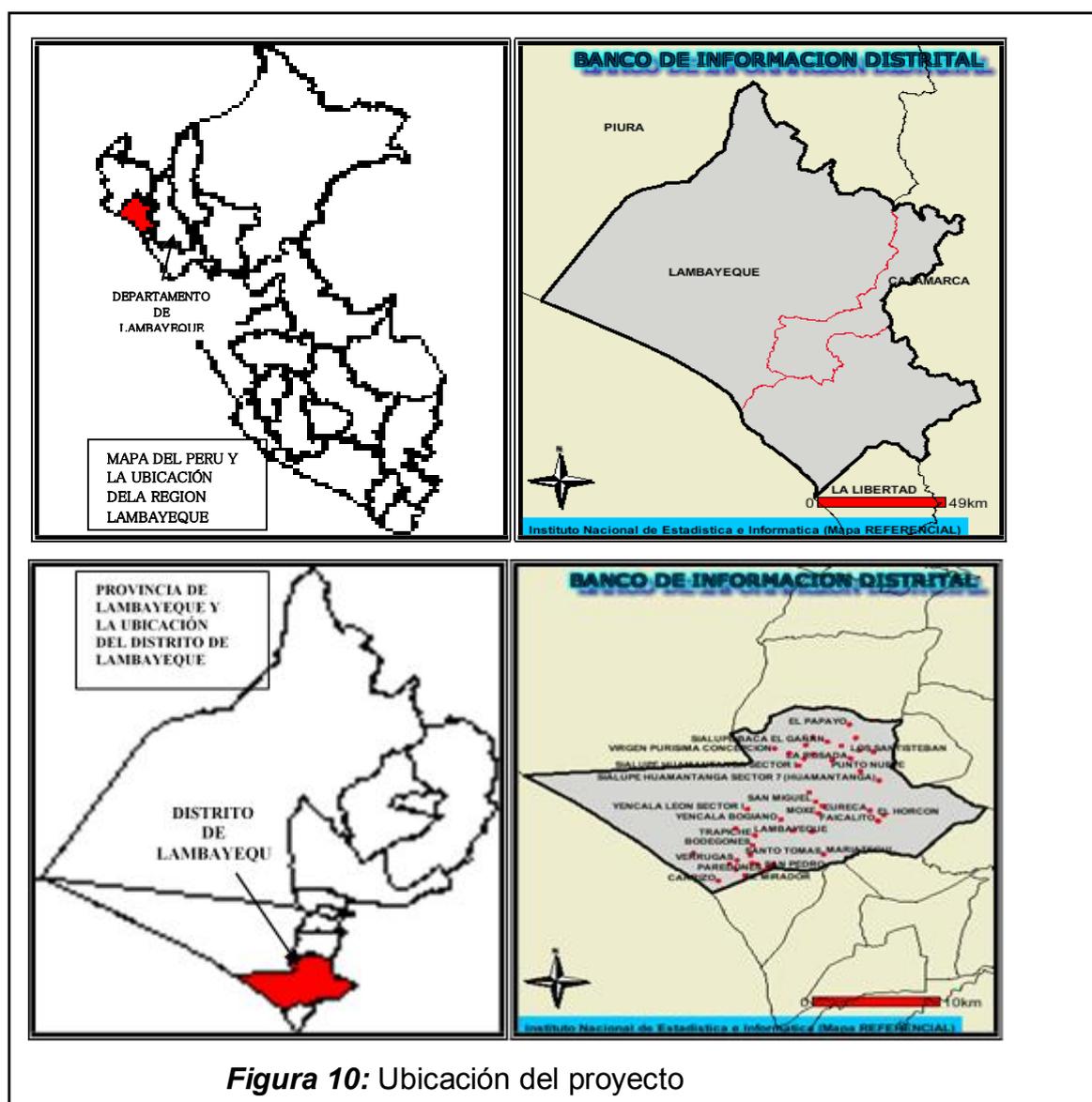
#### 6.1.2. Localización del proyecto.

El área del proyecto producto de la delimitación de las áreas a beneficiar se ubica entre las coordenadas UTM 9259810.50 a 9260948.204 N; 620557.86 a 615726.305 E. Asimismo, políticamente se ubica en:

Departamento	:	Lambayeque
Provincia	:	Lambayeque
Distrito	:	Lambayeque y San José
Código UBIGEO	:	130301
Valle de Riego	:	Chancay – Lambayeque
Sector de Hidráulico	:	Lambayeque
Sub Sector de Hidráulico:		Lambayeque



**Figura 9:** Ubicación departamental



**Figura 10:** Ubicación del proyecto

### 6.1.3. Vías de comunicación y/o acceso.

#### A. Vías de Acceso

El acceso a la zona de estudio se puede realizar haciendo uso de la Carretera Panamericana Norte Chiclayo – Lambayeque.

Se tomará como referencia dirigimos al norte desde Chiclayo, posteriormente siguiendo por la Panamericana norte, llegando al puente Lambayeque, donde se ingresa hacia el oeste, por el malecón Ureta hasta llegar al partidor Yéncala León, donde nace el canal Yéncala León en estudio.

**Tabla 40.**

*Vías de comunicación*

<b>Desde</b>	<b>Hasta</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo (hr)</b>	<b>Medio de Transporte</b>	<b>Estado de la Vía</b>
Chiclayo	Lambayeque	10.5	0.25	Camioneta	Asfaltada
Lambayeque	Canal Yéncala León	2	0.13	Camioneta	Asfaltada

Las vías de comunicación permiten un acceso seguro hacia la zona del proyecto por lo que no se presentan riesgos de movilización en su ejecución.

#### **6.1.4. Características climáticas.**

Por su ubicación geográfica, el clima predominante en la zona de influencia del proyecto, es del tipo subtropical árido, influenciado por las corrientes de Humboldt que actúan como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos, con variaciones térmicas tanto en el día como en la noche, presentando una temperatura media anual máxima de 21.4°C.

Por otro lado, la precipitación media anual es de 27 mm, y la humedad relativa oscila entre 77- 80%.

En cuanto a 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.

#### **6.1.5. Características geológicas.**

##### **A. Geología General**

El área de influencia donde se va a ejecutar la obra, el lugar está representado por suelos de textura variable, entre media a gruesa, en la mayor parte del área agrícola (82%).

Para la actividad agrícola los suelos son de buena calidad, profundos y con buena capacidad retentiva de humedad que

permite obtener buenas producciones.

Las características de los lechos de los canales en esta zona es de presentar suelos con material arcilloso de mediana plasticidad, arenas limoarcillosas, arenas limosas y arenas mal graduadas lo que hace que las trayectorias sean sinuosas, siendo notoria su vulnerabilidad frente a eventos de fuertes descargas como son los sucesos extraordinarios del Fenómeno El Niño, donde el proceso de socavación es fuerte, la erosión de los bordes pasa a ser excesiva y consecuentemente la sedimentación es acelerada, y para darles seguridad es necesario ejecutar el revestimiento de los canales.

### **B. Topografía y Fisiografía**

Topográficamente el área de estudio es plana ligeramente inclinada en el sentido Noroeste-Suroeste, 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 los paisajes de llanura aluvial, terraza y médanos, éstos últimos presentes en Lambayeque. En la zona agrícola el paisaje predominante es la llanura aluvial, detectándose la presencia de médanos, debido a la actividad eólica del lugar.

#### **6.1.6. Características hidrográficas.**

El sistema hidrográfico regional lo conforman los ríos de caudal variable, con nacientes en la vertiente occidental de los andes y con desembocadura en el Océano Pacífico.

Los ríos de la vertiente del Pacífico, a lo largo del año tienen una descarga irregular de sus aguas; son escasas durante el invierno, incrementando notablemente su caudal en época de verano, debido a las precipitaciones abundantes. Ante la presencia del Fenómeno “El Niño”, los ríos Chancay, Zaña y Reque, aumentan su caudal, llevando gran cantidad de agua y originando inundaciones.

La Cuenca del Valle Chancay Lambayeque limita por el Norte con

las cuencas de los ríos Motupe – La Leche por el Sur con las cuencas del Jequetepeque y Zaña, por el Este con las Cuencas de los ríos Llaucano y Chotano y por el Oeste con el Océano Pacífico.

El Río Chancay tiene sus nacientes en las alturas de los cerros Coymolache y los Callejones, donde se encuentra la laguna Mishacocha, a una altitud de 3,800 msnm. Sus aguas discurren en dirección Este a Oeste, en una longitud aproximada de 170 Km., recibiendo en su trayecto aportes por ambas márgenes; así, por la margen izquierda recibe los aportes de los ríos Colorado, Tacamache, Llantén, Las Nieves, Chillal y San Lorenzo; por la margen derecha, recibe los aportes de los ríos Huamboyo, La Chilera, Cumbil, Camellón y Majin - Chiriquipe, estos dos últimos, entregan sus aguas después de la estación de aforo Raca Rumi, ubicada a 245 msnm. A la altura del Partidor La Puntilla, luego de recibir las descargas controladas del reservorio Tinajones, reparte sus aguas al río Reque al Sur, al río Lambayeque al Centro y al Canal Taymi al Norte. El río Reque desemboca al Océano Pacífico al Norte de Puerto Eten, mientras que las aguas que discurren por el río Lambayeque y el Canal Taymi no llegan al mar, debido a que son utilizadas para el riego hasta su agotamiento.

En el caso del proyecto se ubica dentro de la cuenca del Valle Chancay Lambayeque, Sector Hidráulico Lambayeque, Sub sector Hidráulico Lambayeque.

El distrito de Lambayeque tiene como fuente de agua para riego el Río Lambayeque, que mediante el canal principal de distribución del sector Lambayeque que sirve al 100% del área irrigada, tiene una longitud de 29.5 Km. Con una capacidad de conducción variable de 67 MMC m<sup>3</sup>/s. Presenta una sección trapezoidal revestida con mampostería de piedra y concreto. En su desarrollo en canal cuenta con diversas tomas laterales de capacidades variables.

El agua de riego llega a través del Río Lambayeque, el mismo que en el repartidor Chescope deriva sus aguas al canal principal Lambayeque que es un lateral de primer orden. De este canal nace el canal de segundo orden San Romualdo, y de éste el canal Yéncala León.

### **6.1.7. Características hidrológicas.**

Actualmente todas las estaciones dentro de la Cuenca Chancay Lambayeque; pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se han identificado 20 estaciones meteorológicas en la Cuenca Chancay Lambayeque de las cuales 12 funcionan y 8 están desactivadas.

De las estaciones meteorológicas se ha optado por disponer de la información de la estación meteorológica Lambayeque dado que es la que más cerca se encuentra del área del proyecto.

La estación meteorológica de Lambayeque, se encuentra en Latitud: 06° 73' 44" y Longitud: 79° 91' 55.8" y a una altura de 38 msnm. De la cual se han tomado los datos de temperatura máxima y mínima mensual, humedad relativa media mensual (%), dirección y velocidad del viento media mensual, horas de sol media mensual; en un periodo de 5 años. Con respecto a los datos pluviométricos, se utilizaron los registros de precipitación (mm) total mensual del último periodo de precipitación, el cual presenta un máximo en el mes de marzo de 31.4 mm del 2013.

En épocas de avenidas de diciembre a abril cuando se producen las precipitaciones en las partes altas de la cuenca, el Río Lambayeque abastece adecuadamente al sistema regulado, dentro del cual se encuentra la Comisión de Usuarios de Agua Lambayeque.

Las épocas de estiaje que son los meses de mayo – noviembre, el Río Lambayeque no puede abastecer el caudal máximo requerido por el canal lateral Bodegones, por lo que genera un déficit hídrico.

### **6.1.8. Principales actividades económicas del área de influencia y niveles de ingreso.**

#### **A. Tipos de producción y actividad económica predominante**

Las actividades económicas que se realizan en el distrito y los porcentajes promedio de la población económicamente activa (P.E.A.) que se dedica a las actividades primarias, secundarias y terciarias son las siguientes:

- a) Actividades Primarias.** La actividad primaria está representada por todas las actividades extractivas que son realizadas por el hombre, la agricultura y la ganadería. Representa el 24.22% promedio de la población económicamente activa del ámbito distrital del proyecto.
- b) Actividades Secundarias.** La actividad secundaria está representada por la actividad del comercio, a esta actividad se dedican el 14.36% promedio de la población económicamente activa del ámbito distrital del proyecto.
- c) Actividades terciarias.** Son las encargadas de realizar la distribución y comercialización de los productos y servicios se consideran actividades económicas terciarias. Su finalidad es llevar al consumidor final los bienes obtenidos a través de las actividades primarias y secundarias. Son actividades terciarias todas las labores de comercio como las tiendas, supermercados, o cualquier actividad que ofrezca servicios al consumidor como las agencias de viajes. (Caurin, 2016)

**Tabla 41.**

*Población económicamente activa, según tipo y sexo*

P: Tipo de área	P: Según Sexo	PEA: Actividad Económica de la Población (PEA)			
		PEA Ocupada	PEA Desocupada	No PEA	Total
Urbano	Hombre	10,613	575	9,163	20,351
	Mujer	6,310	400	15,827	22,537
	<b>Total</b>	16,923	975	24,990	42,888
Rural	Hombre	3,992	177	2,289	6,458
	Mujer	901	35	5,509	6,445
	<b>Total</b>	4,893	212	7,798	12,903
<b>Total</b>	Hombre	14,605	752	11,452	26,809
	Mujer	7,211	435	21,336	28,982
	<b>Total</b>	21,816	1,187	32,788	55,791

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007)*

## **B. Indicadores de trabajo y Empleo censo 2007**

La población económicamente activa PEA, está conformada por la población del distrito que posee una ocupación laboral y que aporta a la economía familiar, destacando en ella los grupos de edades de 6 a 14 años y de 15 a más. Así, en el año 2007, se tenía un porcentaje de PEA ocupada de 39.10% que corresponde a 21816 habitantes.

## **C. Ingreso promedio familiar mensual**

El ingreso promedio familiar mensual es menor o igual a S/. 750, dependiendo del número de integrantes de las familias del caserío YENCALA LEON, y del Distrito de Lambayeque y el alto índice de desempleo.

### **6.1.9. Aspectos socioeconómicos.**

#### **A. Aspectos demográficos del área de influencia y área de estudio**

La población del Distrito de Lambayeque al año 2007, según el censo del mismo año consta de 63,386 habitantes y presenta una tasa de crecimiento intercensal (1993-2007) de 1.30% ( ), presenta una densidad poblacional de 183.7 ha/km<sup>2</sup> y La PEA está comprendida en el grupo de pobladores entre 15 a 65 años, que representa el 44.5% de la población total. Así como se muestra en la tabla 35.

**Tabla 42.**

*Población proyectada del distrito de Lambayeque*

<b>Año</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
2012	73,252	35,384	37,868
2013	74,576	36,002	38,574
2014	75,905	36,622	39,283
2015	77,234	37,242	39,992

*Fuente: INEI (2007)*

## B. Población objetivo

La población bajo estudio se ubica principalmente en el caserío de Yéncala León, que tiene 800 habitantes, equivalente a 190 familias dedicadas a la actividad agrícola. Considerando un promedio de cuatro (4) personas por familia como se muestra en la Tabla N° 36

**Tabla 43.**

*Población beneficiaria*

Provincia	Distrito	Caserío	Viviendas	Habitantes
LAMBAYEQUE	SAN JOSE	YENCALA LEON	190	800
	TOTAL		190	800

*Fuente: Elaboración propia*

## C. Área beneficiada

El total de área beneficiada es de 337.34 ha. Aptas para la agricultura, la tenencia promedio de la tierra de 2.00 a 3.00 ha/agricultor.

## D. Servicios de educación

En el Distrito de Lambayeque se dispone de 79 Instituciones Educativas tanto de planteles estatales como privados, de los cuales 22 instituciones imparten el servicio educativo Inicial, 30 Instituciones imparten el servicio educativo primario (28 de menores y 02 de adultos), 17 instituciones imparten el servicio secundario (14 de menores y 03 de adultos) y 03 instituciones educativas tecnológicas y 06 Centros de Estudios Organizacionales y 01 Institución de Educación Especial.

En el caserío YENCALA LEON donde se ejecutará el proyecto cuenta con de 01 institución educativa inicial y primaria.

**Tabla 44.***Instituciones educativas en el lugar en estudio del proyecto*

N°	Nombre de Institución Educativa	Nivel/ Modalidad	Gestión/ Dependencia	Área	Género	Servicios	Turno	Alumnos (2017)
1	Centro Educativo Yéncala León	Inicial, primaria y secundaria.	Público - Ministerio de Educación.	Rural.	Mixto.	Baños de mujeres y varones.	Mañana.	300

De acuerdo al Censo del año 2007 la asistencia escolar (6 a 24 años) en el Distrito de Lambayeque fue del 67.2%, la población con educación superior (de 15 a más años) fue del 13.4%. La población analfabeta con edad mayor a 15 años fue de 1,136 personas lo que representa el 9.4%, donde las mujeres representan el 13.3% y los hombres 5.5%, y en la zona rural llega a un valor del 12.4% mientras que en la zona urbana a 5.1%.

#### **E. Servicios de salud**

En el año 2009, el 66.6% de la población de Lambayeque, cuenta con algún seguro de salud, observándose que el 41,7% está afiliado únicamente al Seguro Integral de Salud(SIS), el 21,0% está afiliado únicamente al seguro de Es Salud y el 3,8% a otros seguros de salud.

**Tabla 45.***Personal por grupos ocupacionales dirección de salud Lambayeque*

<b>Recursos humanos</b>		
<b>Personal profesionales</b>	<b>Total %</b>	
Médicos	287	
Enfermeros	272	
Odontólogos	39	
Obstetricas	166	
Psicólogos	3	
Nutricionistas	14	
Químico farmacéuticos	5	
Otros profesionales	66	
Total profesionales de la salud	852	39.59
Total de técnicos y aux. asistentes	978	45.45
Otros	322	14.96
Total general DISA	2152	100.00

**Tabla 46.***Estadísticas globales por grupo etáreo*

	TOTAL	Niños		Adolescente	Adultos	Adulto mayor	Gestantes seguro subsidiado	Semi subsidiado
		0 – 4 años	5 – 9 años	10 – 19 años	20 – 59 años	60 años a más		
<b>Atenciones</b>	698070	331621	96223	119052	144735	6439	143592	1424
<b>Atendidos</b>	195894	76562	36305	43932	35680	3415	24063	888
<b>Atendido – mes (Setiembre)</b>	66360	26980	9916	11219	16116	2129	8233	309
<b>Asegurados</b>	266123	72561	53030	78860	54875	6797		1632
<b>Valor de producción (S/.)</b>	5764965	3552195	1103925	1705862	2853263	101915	3088333	22244

*Fuente: INEI (2007)*

En el cuadro anterior se puede observar el número de personas desde niños hasta el adulto mayor que son atendidos y/o asegurados.

La distribución está dada por grupos etarios.

También se puede apreciar información acerca de las gestantes que solicitan atención.

## F. Servicios básicos

### a) Servicios de Agua potable y Alcantarillado

En el distrito de Lambayeque, el servicio de agua potable es administrado por la municipalidad distrital. De acuerdo al Censo del 2007 en el Distrito de Lambayeque de las 47,163 viviendas ocupadas es 29.5% tiene abastecimiento de agua potable mediante la red pública y pilones, mientras que el 54% se abastece de agua para consumo mediante camión cisterna, pozo, ríos, manantiales, u otros. Ver tabla 38. El mayor abastecimiento de agua potable en la población se da en el ámbito urbano (13,903 viviendas) con el 29.8% mientras que en ámbito rural (2,824 viviendas) que representa el 16.19% del total de viviendas en el distrito.

Para el estudio del proyecto, el abastecimiento del servicio de agua potable rural es administrado por una Junta Administradora.

**Tabla 47.**

#### *Abastecimiento de agua en el distrito de Lambayeque*

	TOTAL	Tipo de abastecimiento de agua							
		Red publica		Pilón de uso público (agua potable)	Camión cisterna u otro similar	Pozo	Rio, acequia, manantial o similar	Vecino	otro
		Dentro de la vivienda (agua potable)	Fuera de vivienda, pero dentro de la edificación (agua potable)						
<b>Distrito Lambayeque</b>	<b>47,163</b>								
Viviendas particulares	11,079	7,964	506	767	444	-	2200	650	114
Ocupantes presentes	13,903	8,402	652	1245	444	-	2284	670	127
<b>URBANA</b>	<b>13,903</b>								
Viviendas Particulares		8,316	636	1021	261	161	9	940	113
Ocupantes Presentes		9,324	1020	2340	421	426	19	920	250
<b>RURAL</b>	<b>2,824</b>								
Viviendas Particulares	-	86	16	224	183	2128	60	113	14
Ocupantes Presentes	1180	1086	608	1241	3	7860	12	256	14

### b) Disponibilidad de alumbrado eléctrico

De acuerdo al censo del 2007 en el Distrito de Lambayeque el 49.9% cuenta con disponibilidad de alumbrado eléctrico, en donde el 32.40% corresponde a la zona urbana y el 5.79% corresponde a la zona rural. Ver tabla 41.

**Tabla 48.**

*Disponibilidad de alumbrado eléctrico en el distrito de Lambayeque*

Población y viviendas	Total	Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	
		Si	No
<b>Distrito Lambayeque</b>			
Viviendas particulares	10143	9672	1890
Ocupantes presentes	11626	8643	1039
<b>Urbana</b>			
Viviendas particulares	10143	9672	471
Ocupantes presentes	11078		2346
<b>Rural</b>			
Viviendas particulares	2353	471	2353
Ocupantes presentes		1024	3639

*Fuente: INEI (2007)*

### G. Vivienda

Las viviendas alcanzan un número de 47,163 unidades, construidas principalmente con material noble (cemento ladrillo) y en menor proporción con material rústico. Los techos son variados, pero preferentemente son de calamina, eternit y material noble y en menor proporción (techo aligerado), la mayor cantidad de viviendas son de un solo piso, con habitaciones distribuidas entre cocina, sala y dormitorios, podemos destacar que los beneficiarios del proyecto habitan en las zonas rurales y en sus terrenos agrícolas, otros en un solo lugar de la zona de Yéncala León.

Respecto a los servicios básicos podemos mencionar que el 100 % de familias cuenta con los servicios de energía eléctrica y el 47% tiene servicios de agua (De acuerdo a encuestas).

#### **6.1.10. Diagnóstico del servicio de agua para riego.**

##### **A. Número de Usuarios**

El total de usuarios en el Valle Chancay Lambayeque es de 24,347; correspondiendo para el Sub Sector de Riego Lambayeque, 1,853 usuarios y para el caso específico del canal Yéncala León se cuenta con total de 136 usuarios, según Padrón de Uso Agrícola.

##### **B. Número de familias y pobladores**

El número de familias y pobladores beneficiarios son los 190 usuarios y sus respectivas familias.

##### **C. Cantidad y oportunidad de agua disponible**

La cantidad de agua disponible depende de las épocas de siembra y de disponibilidad del almacenamiento del Reservorio Tinajones, referente al canal YENCALA LEON el caudal máximo disponible es 0.600 m<sup>3</sup>/s y el caudal mínimo 0.100 m<sup>3</sup>/s.

##### **D. Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento del canal Yéncala es el canal San Romualdo de 2do orden y este capta sus aguas del canal Lambayeque en el partidor Atajos.

##### **E. Calidad del agua**

El agua tiene una relación directa y constante con el ser humano, la que está determinada no sólo por la cantidad del recurso disponible, sino también por su calidad. Ambos componentes son necesarios para satisfacer las necesidades biológicas y económico-sociales de la población y constituyen insumos de los diferentes sectores productivos y elementos complementarios de la producción.

Entiéndase por calidad del agua a la variable que describe el medio hídrico, desde el punto de vista de su caracterización ambiental, perspectiva de la planificación y gestión hídrica, ya que

delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y para atender las diferentes demandas.

Los recursos hídricos en la cuenca se muestran variados y variables debido a la diversidad de ecosistemas existentes en el ámbito.

Adicionalmente, el agua se presenta en diferentes formas, siendo su ocurrencia inestable en el espacio y en el tiempo. La calidad de las aguas del río Chancay – Lambayeque se ve afectada sobre todo en el valle por efectos de la contaminación. La cual se produce, como en cualquier lugar del mundo, por las condiciones naturales existentes y por las actividades antropogénicas introducidas.

En relación al tipo de uso y tomando como base el Estudio de “Ordenamiento del Sistema de Gestión de los Recursos Hídricos”, de la Cuenca Chancay – Lambayeque, realizado por INRENA, se puede concluir que los resultados muestran que el agua del río es de buena calidad para uso agrícola, en toda la cuenca. La excepción la constituyen el agua procedente de las quebradas Sinchao y Las Gradadas (M-CH01 y M-CH02) que presentan bajos valores de pH, y metales pesados (Fe, Cu, Mn, y Cd), que exceden los límites máximos permisibles.

En cuanto a la salinidad y contenido de sodio, el agua de los ríos en general está dentro del rango de salinidad moderada a baja (<750 mmhos) y tienen valores del RAS bajos, por lo que esta agua se clasifica como C1, S1 o C2, S1.

Los análisis químicos de aguas subterráneas para riego, se encuentran en su mayoría dentro de los límites máximos permisibles en conductividad eléctrica, en cuanto a los valores de Mg, Na, Cl, y SO<sub>4</sub> se presentan concentraciones altas (10 veces sobre los límites máximos permisibles). En términos generales la calidad de las aguas subterráneas del Valle Chancay Lambayeque es adecuada para el riego, con algunas excepciones.

De acuerdo a la salinidad esta varía de alta a muy alta, con

excepción de Lambayeque que tiene salinidad mediana. Asimismo, las aguas no contienen coliformes fecales.

Según información proporcionada por el Proyecto Especial Olmos Tinajones, se tiene que la calidad de agua del río Chancay, almacenada en el reservorio Tinajones, es considerada, de acuerdo a la clasificación de la FAO, publicación 29, como “sin problema” para su uso, ya que los valores de salinidad encontrados son menores de 0.7 mmhos/cm, el RAS “ajustado es menor de 6.0, por lo que no se va a afectar la permeabilidad del suelo y tampoco existe presencia de toxicidad de iones específicos. Eso nos indica que el agua puede usarse sin ninguna restricción. Si atendemos a la clasificación del Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica, las muestras de agua analizadas se clasifican dentro del rango C1S1, lo que indica que el agua puede usarse en casi cualquier tipo de suelo y sin restricciones. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.

#### **F. Tarifa de agua para riego**

Teniendo como base la tarifa de agua vigente que es de S/ 21.21 nuevos soles para cultivos varios, se ha determinado el costo de la tarifa de agua en 0.0315683 soles /m<sup>3</sup> para los cultivos de maíz y arroz según Resolución Administrativa N°447– 2015 – ANA – AAA.JZ – ALA.CHL.

### **6.1.11. Diagnóstico de la actividad agrícola.**

#### **A. Área Sembrada**

Los pobladores que habitan en el ámbito del proyecto, tiene como principal actividad el desarrollo de la agricultura, destacando el cultivo de algodón, arroz, alfalfa y pastos entre otros cultivos de menor área como son, hortalizas, frutales, etc.

**Tabla 49.***Principales cultivos del área de influencia del proyecto*

Cultivos	Campaña 2012-2013 ha	Campaña 2013-2014 ha	Campaña 2014-2015 ha	Campaña 2015-2016 ha	Campaña 2016-2017 ha
Algodón	97.10	100.90	90.30	80.70	100.10
Arroz	201.40	205.10	215.40	221.07	200.20
Alfalfa	19.40	19.50	20.01	21.4	18.50
Pastos	19.44	11.84	11.63	14.17	18.54
<b>TOTAL</b>	<b>337.34</b>	<b>337.34</b>	<b>337.34</b>	<b>337.34</b>	<b>337.34</b>

*Fuente: Comisión de Usuarios de Lambayeque***B. Cedula de cultivos en situación actual**

Los cultivos que se siembran en la zona del proyecto está dado por la cedula de cultivo que en cada campaña se aprueba y se detalla a continuación.

**Tabla 50.***Cedula de cultivo – Situación Actual*

CULTIVO	AREA	%
Algodón	100.10	29.67%
Arroz	200.20	59.35%
Alfalfa	18.50	5.48%
Pastos	18.54	5.50%
<b>TOTAL</b>	<b>337.34</b>	<b>100%</b>

**C. Rendimiento de los cultivos**

Lambayeque como región se caracterizan por presentar una gran diversificación de cultivos que se desarrolla en los cinco valles con que cuenta, tal es el caso del Valle Chancay Lambayeque, sin embargo, los rendimientos por hectárea obtenidos para sus principales cultivos y su valor en soles es variable uno del otro.

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. Por otro lado, los cultivos sembrados en cada campaña dado la baja tecnificación del riego y las labores agrícolas mecanizadas, son susceptibles a la presencia de plagas, enfermedades y sequías, ocasionando un alto riesgo a la inversión realizada.

La información presentada en el cuadro siguiente, ha sido obtenida de datos proporcionados por la Comisión de Usuarios de Agua Lambayeque, tomando como referencia la última campaña agrícola.

**Tabla 51.**

*Rendimiento de cultivos del canal YENCALA LEON 2016 – 2017*

<b>Cultivos</b>	<b>Campaña 2016-2017 (kg x ha)</b>
ALGODÓN	2,760.00
ARROZ	8,970.00
ALFALFA	60,000.00
PASTOS	50,000.00

*Fuente: Comisión de Usuarios de Lambayeque*

#### **D. Porcentaje de la producción que se comercializa**

El porcentaje de la producción agrícola de la zona de influencia del proyecto está determinado por la demanda del mercado local, en su gran mayoría con mayor porcentaje cultivos de algodón, arroz, alfalfa y pastos.

**Tabla 52.**

*Porcentaje que se vende al mercado*

<b>Cultivo</b>	<b>% Destinado al Mercado</b>
ALGODÓN	99%
ARROZ	99%
ALFALFA	80%
PASTOS	60%

*Fuente: Comisión de Usuarios de Lambayeque*

### **E. Mercados actuales a los que se venden la producción**

La producción de los cultivos instalados en la zona en estudio tiene como destino principalmente el mercado local y nacional, que son comercializados en el mercado nacional.

### **F. Precios a los que se vende la producción**

Los precios que alcanza la producción de la zona de influencia del proyecto, es variable y depende de la oferta y demanda que se desarrolla en el mercado y a veces cuando no existe la suficiente oferta en la región los comerciantes mayoristas cubren las demandas de este mercado con ofertas de otras regiones del centro y sur del Perú.

Los precios en chacra que generalmente se logran de la producción del área de influencia del proyecto son como se detalla:

**Tabla 53.**

*Precios de venta en chacra*

<b>Cultivo</b>	<b>Precio en chacra (Soles / Kg)</b>
ALGODÓN	2.96
ARROZ	1.05
ALFALFA	0.16
PASTOS	0.15

*Fuente: Comisión de Usuarios de Lambayeque*

## **6.1.12. Diagnóstico del sistema de riego**

### **A. Situación de la Infraestructura**

La situación actual y consideraciones tomadas en cuenta en la descripción siguiente, se enfoca en el tramo del canal y su camino de vigilancia, así como de sus obras de artes existentes y las proyectadas.

### **B. Obras de Captación**

El canal de tercer orden YENCALA LEON, capta las aguas del canal San Romualdo con un caudal de 0.600 m<sup>3</sup>/s y este capta las aguas del canal de primer orden Lambayeque, a través del partididor Chescope con un caudal de 25 m<sup>3</sup>/s; este a su vez capta

agua del canal de derivación de Lambayeque el cual capta aguas del río Chancay Lambayeque que tiene una masa de 327 MMC.

### **C. Obras de Conducción**

Al hacer el estudio, no se encuentra ningún tramo revestido, se presenta un canal de tierra de sección trapezoidal irregular que conduce actualmente un caudal de 0.60 m<sup>3</sup>/s, sobre un lecho arcilloso de mediana plasticidad, arenas limoarcillosas, arenas limosas y arenas mal graduadas, lo que ocasiona importantes pérdidas de agua por infiltración, también se observa daños en las paredes del canal a causa de la erosión por motivos de que el nivel de fondo del canal está por debajo del nivel de las tomas directas y tomas laterales, originándose repesos; otra deficiencia de este canal son los continuos arenamientos del fondo del canal producto de la sedimentación. Por estas razones es de necesidad prioritaria ejecutar el revestimiento del canal con el fin de transportar el agua de manera completa, rápida y segura puesta que sus paredes son más impermeables, más lisas y resistente a la erosión.

### **D. Obras de arte existentes**

A lo largo del recorrido del canal YENCALA LEON se observaron obras de arte tales como: partidores, retenciones, tomas laterales, así mismo existen puentes vehiculares y peatonales (pasarelas) en construcción de palos y tierra, con algunas excepciones que son de concreto armado o de concreto ciclópeo y que se encuentran en mal estado de conservación.

Las obras de arte existentes en el tramo en estudio del canal son:

2 Partidores

2 Tomas laterales

1 Retención

8 Pontones artesanales y 1 pontón de concreto

### **6.1.13. Los involucrados en el proyecto.**

Los representantes identificados con el proyecto de inversión pública, así como sus roles principales son los siguientes:

El presente proyecto, nace del interés de la Municipalidad Provincial de Lambayeque y Comisión de Usuarios de Agua Lambayeque, quienes han expresado la necesidad de mejorar y optimizar el Recurso Hídrico en el canal Yéncala León del Sub Sector de Riego Lambayeque, por ser una de las principales estructuras de conducción y distribución de agua de riego para el distrito de Lambayeque. Dicho canal se encuentra operando con serias deficiencias causadas principalmente por la sedimentación, vegetación y pérdidas por infiltración del agua de riego.

- A. Gerencia Regional de Agricultura**, cuyo interés está centrado en que mejore la rentabilidad de la actividad agro productiva de los distritos afectados y por ende se contribuya a mejorar los niveles de vida de la población regional. La Gerencia Regional de Agricultura es el órgano responsable de la implementación y ejecución de las políticas nacionales y regionales sectoriales, con dependencia técnica, administrativa y presupuestal de la Municipalidad Provincial de Lambayeque. Además, representa la instancia principal de coordinación a nivel regional de las actividades del sector agrario, con relación técnica normativa del Ministerio de Agricultura.
- B. La Administración Local del Agua**, su función principal radica en que exista disponibilidad de agua de riego para el normal desarrollo de la campaña agrícola. La Administración Local del Agua Chancay Lambayeque, tiene por misión: Ser un organismo público, rector de la gestión integral del agua en la Cuenca Hidrográfica Chancay Lambayeque, permitiendo la accesibilidad del agua a todos los usuarios, mediante el uso racional, sostenible y conservar el recurso para las futuras generaciones.
- C. La Comisión de Usuarios**, es la organización representativa de los usuarios y cuya actividad principal es la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego menor en el ámbito del sub sector, así como apoyar a la cobranza de la tarifa de agua. La Comisión de Usuarios de Agua Lambayeque fue creada mediante Resolución N° 08-ATDRCHL-ZA.

**D. Comité de Usuarios por Canal**, su actividad principal es apoyar en la realización de trabajos de limpieza, mantenimiento de los canales y distribución del agua de riego.

**Tabla 54.**

*Matriz de involucrados*

<b>GRUPOS</b>	<b>PROBLEMAS</b>	<b>INTERESES</b>	<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>PARTICIPACION/COMPROMISOS</b>
<b>La Comisión de Usuarios de Lambayeque.</b>	Limitados Recursos para la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego.	Operación y mantenimiento de la infraestructura de riego menor en el ámbito del sub sector, así como apoyar a la cobranza de la tarifa de agua.	Gestionar capacitaciones a sus usuarios para el debido control y mantenimiento de sus infraestructuras de riego.	Asistencia técnica en coordinación con la Junta de Usuarios del Valle Chancay Lambayeque para el logro de los objetivos trazados.
<b>Comité de Usuarios del canal YENCALA LEON.</b>	Reciben un deficiente servicio de agua para riego.	Apoyar en la realización de trabajos de limpieza, mantenimiento de los canales y distribución del agua de acuerdo a los roles de riego establecidos y elaborados por la Comisión de Usuarios y Junta de Usuarios.	Requerimientos de capacitación para el mantenimiento de sus infraestructuras de riego.	Cumplir con los acuerdos planeados en el acta de sostenibilidad para operación y mantenimiento del proyecto firmado.
<b>Municipalidad Provincial de Lambayeque.</b>	Escaso presupuesto para ejecutar proyectos de esta naturaleza.	Contribuir al incremento de la producción y productividad agrícola.	Capacitación para el uso y mantenimiento de la infraestructura de riego.	Gestionar el financiamiento del proyecto.
<b>Administración Local del Agua - Chancay Lambayeque.</b>	Débil coordinación y articulación institucional para la ejecución de acciones de gestión.	Coordinación y concertación interinstitucional para la ejecución de proyectos de gestión.	Mayor coordinación interinstitucional en la gestión y ejecución de proyectos con las entidades involucradas.	Certificar el volumen asignado y disponible para la ejecución del proyecto.

## **CONCLUSIONES**

Se realizó con éxito el estudio de mejoramiento del canal Yéncala León, plasmando los resultados en una propuesta de diseño y costos del proyecto.

Se realizó el diagnóstico situacional del lugar ámbito del proyecto, siendo de clima subtropical árido, con una temperatura promedio anual de 21.4°C, una precipitación media anual de 27 mm. El 100% cuenta con servicio de electricidad, pero solo el 47% tiene servicio de agua.

Se determinó y propuso un nuevo diseño de las estructuras del canal Yéncala León. El diseño Hidráulico se obtuvo con los siguientes parámetros: Ancho de solera = 0.50 m, Tirante Normal = 0.60 m, Borde Libre = 0.25 m y velocidades de  $V_{min} = 0.99$  y  $V_{max} = 1.67$ , las cuales se encuentran entre los rangos permisibles para no tener sedimentaciones y erosiones; de acuerdo al diseño estructural se obtuvo que el canal diseñado no requiere de refuerzo y su espesor es de 0.10m.

Se aplicaron diferentes métodos de ingeniería de costos, así el monto para la ejecución del proyecto es de S/ 3'982,699.49 nuevos soles. Monto que incluye la formulación del expediente técnico y el estudio de impacto ambiental; el desarrollo de la infraestructura, y supervisión de la obra.

## **RECOMENDACIONES**

Implementar un Jefe de subsector hidráulico con el apoyo de un asistente para cubrir el mayor número de horas el control y registro de los caudales que corresponden al sub sector.

Establecer un Plan de Mantenimiento concertado lo que requiere que se participativo.

Se recomienda que la Junta de Usuarios atienda los servicios de operación y mantenimiento de todas las Comisiones de Regantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J. (1974). *Hidráulica de canales*. (C. I. CIDIAT, Ed.) Mérida, Venezuela.
- Alcántara Aguilar, I. F., & Torres Aguirre, E. R. (2016). *Mejoramiento mediante el revestimiento del canal y construcción de obras de arte de 6.8 km. del Canal Sucurunday. Ubicado en el Caserío Sucurunday, Distrito de Sinsicap, Provincia de Otuzco – La Libertad*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agrícola, Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9283>
- Andrade Muñoz, L. B., & León Viteri, V. G. (2013). *Evaluación de aditivos en el crecimiento y condición corporal en vaconas medias Holstein friesian. Tumbaco, Pichincha*. Tesis de investigación, Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1374>
- Aredo Moya, A. E., & Valverde Ponte, Armando, A. (2016). *Mejoramiento y rehabilitación del canal de regadío Carabamba margen izquierda, Distrito de CARABAMBA, Provincia de JULCÁN, Departamento de LA LIBERTAD*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agrícola, Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7522>
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2010). *Manual: Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de affianzamiento hídrico*. ANA, Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales. Lima: ANA.
- Baptista Lucio, P., Fernández Collado, C., & Hernández Sampieri, R. (2008). *Metodología de la investigación*. México, México: McGrawHill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Dávalos Vaca, J. P., Jaya Quezada,, S. E., & Yépez Simbaña, I. E. (2017). *Evaluación y mejoramiento del canal principal del sistema de riego Pisque de la Comunidad Guachala, Parroquia Cangahua*. Tesis de grado, Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas, Carrera de Ingeniería Civil, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12119>
- Díaz Gil, J. C. (2014). *Remodelación y revestimiento de 1.2 km en los canales Escute, Arenal y Rama Pulen del distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque*. Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Agrícola, Lambayeque. Obtenido de <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/300>
- Goicochea Flores, N. P., & Reyes Gutiérrez, C. G. (2017). *Diseño del canal Romero – Distrito de Motupe – Provincia de Lambayeque – Departamento de Lambayeque*. Tesis, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de

- Ingeniería Agrícola, Lambayeque.
- International Institute For Land Reclamation And Improvement ILRI. (1978). *Principios y Aplicaciones del Drenaje* (Vol. IV). Wageningen, The Netherlands.
- Krochin Sviatoslav. (1978). *Diseño Hidráulico*. Moscú, Rusia: MIR.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (s.f.). *Estudio de pre inversión a nivel de perfil: creación del servicio de agua del sistema de riego de la localidad de Chilcapampa, distrito de Chalamarca, provincia de Chota-Cajamarca*.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (s.f.). *Estudio de pre inversión a nivel de perfil: mejoramiento del servicio de agua para riego del canal bodegones – distrito Lambayeque – provincia Lambayeque – departamento Lambayeque*.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (s.f.). *Expediente técnico del proyecto: “mejoramiento del canal de riego San José – distrito de Lambayeque– provincia de Lambayeque– Lambayeque*.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (s.f.). *Expediente técnico: mejoramiento del servicio de agua para riego del canal Garbanzal – Sector Maicillo – Mirador Alto – entre UTM norte (9260587.89 – 9263733.62) y este (619570.01 – 618095.952), distrito Lambayeque, provincia de Lambayeque – Lambayeque*.
- Ministerio de Agricultura y Alimentación. (1978). *Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales*. Boletín Técnico N° 7, Ministerio de Agricultura y Alimentación, Lima.
- Murillo, W. (2008). *La investigación científica*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2020, de [www.monografias.com](http://www.monografias.com):  
<https://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/invest-cientifica.shtml>
- Salazar, D. C. (s.f.). *Introducción a la hidráulica*.
- Salzgitter Consult GMBH. (1984). *Planificación de Canales, Zona Piloto Ferreñafe* (Vol. II). Chiclayo, Perú.
- Ven Te Chow. (1994). *Hidráulica de canales Abiertos*. Bogotá, Colombia: McGraw Hill Interamericana S.A.
- Villón Bejar, M. (1981). *Hidráulica de canales*. Lima, Perú: Hozlo.
- Villón Bejar, M. (2003). *Diseño de estructuras hidráulicas*. Taller de publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

## **ANEXOS**

### **Anexo 01: Estudio de mecánica de suelos**

#### **1. Investigaciones de campo**

Para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante la exploración directa. Se han realizado 13 calicatas con retroexcavadora, y un muestreo con posteadora la cual abarcaría un total de 14 exploraciones dentro del área que ocupará el proyecto, designada

como: C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6,... y C-13, dimensiones 1.00m. x 1.00m. y una profundidad de -3.00 m, además se han aperturado 1 calicata en las obras de arte designadas como, Calicata C6A (Puente) de dimensiones 1.00 m. x 1.00 m. y una profundidad de -3.00 m. de tal manera que abarque toda el área destinada a la realización del proyecto y que nos permita obtener con bastante aproximación la conformación litológica de los suelos, obteniéndose de las calicatas muestras alteradas del tipo Mab e inalterada del tipo Mit, Las cuales fueron acondicionadas adecuadamente, para su traslado al Laboratorio.

Con estos resultados nos permite investigar las características físicas y mecánicas del suelo y así mismo confeccionar sus perfiles estratigráficos, correspondiente a los sondeos practicados, para luego identificarlos y clasificarlos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS", que es el más descriptivo basado en el reconocimiento del tipo y predominio de sus componentes.

## **2. Trabajos de laboratorio**

De las muestras alteradas del tipo Mab, se han determinado las propiedades físicas: Contenido de humedad (ASTM-D2216), Límite líquido, Límite plástico, Índice plástico (ASTM-D4318), Análisis granulométrico (ASTM-D422), Contenido de sales (BS1377-Parte 3).

De las muestras inalteradas Mit, se han obtenido las propiedades mecánicas: Ensayo de corte directo (ASTM-D3080).

### **2.1. Identificación y clasificación**

La identificación y clasificación se realizó de acuerdo a lo especificado en la Norma ASTM-2487-69, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS", se ha obtenido el análisis granulométrico por tamizado y los límites de ATTERBERG (Límite Líquido, límite plástico), utilizando la copa de Casa Grande y el Rolado, para poder clasificarlo ya que su conformación presenta estratos de tipo: "CL" (arcillas de mediana plasticidad), "SM-SC" (arenas limoarcillosas), "SM" (arenas limosas) y "SW-SM" (arenas mal graduadas).

La identificación nos ha determinado el tipo de ensayos a realizar

en el Laboratorio, para el tipo de suelo hallado, teniendo en cuenta la finalidad buscada, de determinar si el suelo subyacente es apto para la construcción correspondiente.

## **2.2. Perfil estratigráfico**

Se determinó los perfiles estratigráficos, con la identificación y clasificación de los suelos del canal que comprende al proyecto. Se detallan a continuación:

### Resumen de los resultados de los ensayos y análisis de suelos

Calicata / Muestra		C1 – M1	C1 – M2	C2 – M1	C2 – M2	C3 – M1	C3 – M2	C4 – M1	C4 – M2
Coordenadas UTM	E	620538.23		620310.25		619888.57		619461.91	
Sistema WGS 84	N	9259835.24		9260192.29		9260397.09		9260398.41	
Profundidad (m)		0.50 a 1.90	1.90 a 3.00	0.80 a 1.40	1.40 a 3.00	0.60 a 1.00	1.00 a 3.00	0.70 a 1.60	1.60 a 3.00
Humedad natural		13.11%	14.87%	13.47%	16.49%	15.52%	20.48%	17.25%	19.04%
Sales totales		0.178%	0.110%	0.108%	0.083%	0.175%	0.100%	0.108%	0.083%
Limite líquido (%)		34.36	34.76	31.80	31.08	26.26	25.83	35.04	17.81
Limite plástico (%)		18.95	19.09	20.10	20.94	22.23	21.35	22.08	15.72
Índice plástico (%)		15.41	15.67	11.70	10.14	4.04	4.49	12.97	2.10
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )		0.38	-----	-----	-----	-----	0.32	-----	-----
Angulo de fricción interna (°)		13.20	-----	-----	-----	-----	17.50	-----	-----
Densidad natural		1.877	-----	-----	-----	-----	1.882	-----	-----
Densidad saturada		1.965	-----	-----	-----	-----	1.974	-----	-----
Capacidad de carga ultima o carga limite qu (kg/cm <sup>2</sup> )		2.63	-----	-----	-----	-----	2.73	-----	-----
Capacidad de carga admisible qadm (kg/cm <sup>2</sup> )		0.88	-----	-----	-----	-----	0.91	-----	-----
Clasificación SUCS		CL	CL	CL	CL	SM-SC	SM-SC	CL	SM

Calicata / Muestra		C5 – M1	C5 – M2	C6 – M1	C6 – M2	C6A – M1	C6A – M2	C7 – M1	C7 – M2
Coordenadas UTM	E	619009.92		618652.51		618523.16		618240.51	
Sistema WGS 84	N	9260364.26		9260705.47		9260766.56		9260962.60	
Profundidad (m)		0.90 a 1.50	1.50 a 3.00	0.60 a 1.50	1.50 a 3.00	0.70 a 2.00	2.00 a 3.00	0.60 a 2.70	2.70 a 3.00
Humedad natural		19.70%	21.30%	22.91%	2.65%	22.34%	27.16%	17.95%	18.59%
Sales totales		0.132%	0.094%	0.122%	0.085%	0.145%	0.096%	0.152%	0.098%
Limite líquido (%)		35.90	25.51	43.10	37.80	39.14	23.55	46.35	20.52
Limite plástico (%)		22.35	21.32	23.17	20.62	21.32	20.10	24.75	18.37
Índice plástico (%)		13.55	4.20	19.93	17.18	17.83	3.46	21.61	2.15
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	0.39	-----	-----	0.40	-----	-----	-----
Angulo de fricción interna (°)		-----	12	-----	-----	11.50	-----	-----	-----
Densidad natural		-----	1.861	-----	-----	1.853	-----	-----	-----
Densidad saturada		-----	1.948	-----	-----	1.929	-----	-----	-----
Capacidad de carga ultima o carga limite qu (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	2.58	-----	-----	2.52	-----	-----	-----
Capacidad de carga admisible qadm (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	0.86	-----	-----	0.84	-----	-----	-----
Clasificación SUCS		CL	SM-SC	CL	CL	CL	SW-SM	CL	SM

Calicata / Muestra		C8 – M1	C8 – M2	C9 – M1	C9 – M2	C9 – M3	C10 – M1	C10 – M2
Coordenadas UTM	E	617780.47		617287.16			616809.91	
Sistema WGS 84	N	9261067.30		9261068.73			9261152.58	
Profundidad (m)		0.80 a 1.20	1.20 a 3.00	0.70 a 1.30	1.30 a 2.00	2.00 a 3.00	0.60 a 1.50	1.50 a 3.00
Humedad natural		21.01%	22.77%	18.61%	19.63%	20.14%	20.10%	18.03%
Sales totales		0.131%	0.104%	0.137%	0.110%	0.101%	0.174%	0.147%
Limite líquido (%)		29.73	20.56	45.14	46.01	25.77	47.33	19.53
Limite plástico (%)		19.99	18.20	23.81	24.08	21.71	25.25	17.40
Índice plástico (%)		9.75	2.37	21.33	21.93	4.06	22.09	2.13
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	0.11	-----	-----	-----	-----	0.10
Angulo de fricción interna (°)		-----	28.60	-----	-----	-----	-----	28.30
Densidad natural		-----	1.702	-----	-----	-----	-----	1.693
Densidad saturada		-----	1.711	-----	-----	-----	-----	1.722
Capacidad de carga ultima o carga limite qu (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	2.13	-----	-----	-----	-----	2.03
Capacidad de carga admisible qadm (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	0.71	-----	-----	-----	-----	0.68
Clasificación SUCS		CL	SM	CL	CL	SM-SC	CL	SM

Calicata / Muestra		C11 – M1	C11 – M2	P12 – M1	P12 – M2	C13 – M1	C13 – M2
Coordenadas UTM	E	616347.30		615866.94		615812.59	
Sistema WGS 84	N	9261270.14		9261279.17		9261254.83	
Profundidad (m)		0.70 a 1.70	1.70 a 3.00	0.80 a 1.20	1.20 a 3.00	0.50 a 1.50	1.50 a 3.00
Humedad natural		19.78%	19.84%	19.04%	20.70%	18.92%	21.05%
Sales totales		0.1111%	0.093%	0.064%	0.035%	0.095%	0.085%
Limite líquido (%)		40.78	40.42	25.54	26.29	25.27	25.40
Limite plástico (%)		22.10	22.35	21.08	21.92	21.18	21.20
Índice plástico (%)		18.68	18.07	4.47	4.37	4.09	4.21
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	-----	-----	-----	-----	0.32
Angulo de fricción interna (°)		-----	-----	-----	-----	-----	17.10
Densidad natural		-----	-----	-----	-----	-----	1.885
Densidad saturada		-----	-----	-----	-----	-----	1.916
Capacidad de carga ultima o carga limite qu (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	-----	-----	-----	-----	2.70
Capacidad de carga admisible qadm (kg/cm <sup>2</sup> )		-----	-----	-----	-----	-----	0.90
Clasificación SUCS		CL	CL	SM-SC	SM-SC	SM-SC	SM-SC

### 2.3. Contenido de sales

La presencia de sales solubles, cuando se encuentran en concentraciones en los suelos, en los que van a descargas las estructuras de concreto, las que se ven atacadas por estos agentes, que penetran por la porosidad del concreto, haciéndolos susceptibles de colapsar por inmersión al disolverse las ligas químicas por la humedad con que ha penetrado haciéndolo frágil y expansiva, envejeciéndolos prematuramente.

Los reglamentos nacionales repiten parcialmente las especificaciones dadas en la tabla 19A-A-4 del California Building Code:

Exposición a Sulfatos	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en agua, ppm	Tipo de Cemento	Mínimo f'c, kg/cm <sup>2</sup>
Despreciable	0-150	-	-
Moderado	150-1500	II, IP(MS),IS(MS)	280
Severo	1500-10000	V	315
Muy severo	> de 10000	V mas puzolana	315

El US. Department of Agriculture, clasifica los suelos en clases:

Clase	Porcentaje de sal
Clase 0: Libre	0-0.15
Clase 1: Ligeramente afectada	0.15-0.35
Clase 2: Moderadamente afectado	0.35-0.65
Clase 3: Fuertemente afectado	Mayor que 0.65

Se ha determinado el contenido de sales de todas las muestras del tipo Mab, de las 14 exploraciones.

Los máximos contenidos de sales ocurren en las calicatas denominadas C1-M1, C3-M1, C7-M1 y C10-M1 y valen 0.178%, 0.175 %, 0.152 y 0.0174 % de acuerdo a la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el suelo se encuentra libre de sales, por lo que se recomienda usar cemento Tipo MS. De acuerdo al Uniform Building Code, la resistencia mínima del concreto a usarse debe ser de f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>, en los elementos que van a estar en contacto con el suelo y la humedad.

## 2.4. Agresividad química del suelo a la cimentación

El suelo bajo el cual se cimentará toda estructura tiene un afecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras.

Los principales elementos químicos a evaluar son los Sulfatos y Cloruros por su acción química sobre el concreto y el acero del cimiento respectivamente y las Sales Solubles Totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarle asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales del suelo con el agua).

Los resultados del análisis químico del suelo efectuado a las muestras representativas de las calicatas, a la profundidad de cimentación, se tiene:

**CUADRO N° 05: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

Calicata	Profundidad (m)	Ensayo	CANAL YENCALA LEON		
			Resultados	Especificación	Observación
C1 - M1	0.50 - 1.90	Sulfatos SO <sub>4</sub> (ppm)	61	600 máx.	Cumple
		Cloruros Cl- ppm	118	1000 máx.	Cumple
		Sales Solubles Totales	1780	15000 máx.	Cumple
		pH	6.14	5.5 – 8.0	Cumple

**CUADRO N° 06: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

Calicata	Profundidad (m)	Ensayo	CANAL YENCALA LEON		
			Resultados	Especificación	Observación
C3 - M1	0.60 - 1.00	Sulfatos SO <sub>4</sub> (ppm)	69	600 máx.	Cumple
		Cloruros Cl- ppm	122	1000 máx.	Cumple
		Sales Solubles Totales	1750	15000 máx.	Cumple
		pH	6.16	5.5 – 8.0	Cumple

**CUADRO N° 07: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

Calicata	Profundidad (m)	Ensayo	CANAL YENCALA LEON		
			Resultados	Especificación	Observación
C7 - M1	0.60 – 2.70	Sulfatos SO <sub>4</sub> (ppm)	52	600 máx.	Cumple
		Cloruros Cl <sup>-</sup> ppm	119	1000 máx.	Cumple
		Sales Solubles Totales	1520	15000 máx.	Cumple
		pH	6.11	5.5 – 8.0	Cumple

**CUADRO N° 08: ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO**

Calicata	Profundidad (m)	Ensayo	CANAL YENCALA LEON		
			Resultados	Especificación	Observación
C10 - M1	0.60 - 1.50	Sulfatos SO <sub>4</sub> (ppm)	58	600 máx.	Cumple
		Cloruros Cl <sup>-</sup> ppm	118	1000 máx.	Cumple
		Sales Solubles Totales	1740	15000 máx.	Cumple
		pH	6.14	5.5 – 8.0	Cumple

### 2.5. Expansibilidad

Los investigadores Holtz y Gibbs en su libro “Propiedades de ingeniería de las arcillas expansivas”, clasifica el Potencial de expansión según el valor del índice plástico (IP):

Grado de Expansión	Índice de plasticidad, IP (%)	Límite de Contracción (%)	Probable expansión (%)
Muy alto	> 35	<11	>30
Alto	25 a 41	7-12	20-30
Medio	15 a 28	10-16	10-20
Bajo	< 18	>15	<10

Kassiff, Liben y Wiseman, han encontrado la relación entre el IP y el probable levantamiento de arcillas compactadas, según el siguiente cuadro:

IP (%)	Levantamiento de la superficie (cm)
10	0
20	1
30	4
40	7
50	13

Los límites líquidos máximos ocurren en las calicatas C6-M1, C7-M1, C9-M1 y C9-M2 y valen 43.10 %, 46.35 %, 45.14 % y 46.01 % y su correspondiente índice de plástico es de 19.93 %, 21.61 %, 21.33 % y 21.93 % Según la clasificación de Holtz y gibas el grado de expansión del suelo es medio, y el cambio de volumen del suelo del estado seco al saturado es mayor al 20%.

### 3. Análisis de cimentación

Para la evaluación del comportamiento del suelo; se ha tomado muestras de las calicatas denominadas C1, C3, C5, C6A, C8, C10, y C14 para ser sometidas a la prueba de Corte Directo ASTM-D3080, con muestras saturadas, tomando en cuenta las observaciones hechas en campo, la descripción de los perfiles estratigráficos, las características del proyecto y el análisis efectuado.

### 3.1. Corte directo y capacidad portante

El ensayo de corte directo se realizó de acuerdo a las especificaciones ASTM D-3080-72, con cargas verticales que producen esfuerzos de 0.50, 1.00 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup>, para tal fin se utilizaron muestras extraídas de las calicatas antes mencionadas a la profundidad de 1.50m, referidas al nivel del terreno natural, a esa profundidad predominan los suelos finos del “CL”, “SM-SC” y “SM”. Después de determinar y analizar las propiedades mecánicas del suelo subyacente, podemos afirmar que la falla que se producirá, cuando sobrepase la capacidad de carga límite será por corte local y punzonamiento, con lo que la capacidad de carga admisible se calcula usando la teoría de Terzaghi como se muestra a continuación:

Cuando la falla es por Corte General, la Carga Límite se determina de la siguiente manera:

$$q_u = CN_c + \gamma Df N_q + (1/2) \gamma B N_\gamma \quad (\text{Cimentación corrida})$$

$$q_u = 1.3CN_c + \gamma Df N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \quad (\text{Cimentación cuadrada})$$

$$q_u = 1.3CN_c + \gamma Df N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma \quad (\text{Cimentación circular})$$

Cuando la falla es por Corte Local o Punzonamiento, la Carga Límite se determina de la siguiente manera:

$$q_u = \frac{2}{3} CN'_c + \gamma Df N'_q + (1/2) \gamma B N'_\gamma \quad (\text{Cimentación corrida})$$

$$q_u = 0.867CN'_c + \gamma Df N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma \quad (\text{Cimentación cuadrada})$$

$$q_u = 0.867CN'_c + \gamma Df N'_q + 0.3 \gamma B N'_\gamma \quad (\text{Cimentación circular})$$

Dónde:

$q_u$  = capacidad de carga ultima o carga límite en kg/m<sup>2</sup>

$C$  = cohesión del suelo en kg/cm<sup>2</sup>

$Df$  = Profundidad del desplante de la cimentación en metros.

$B$  = ancho de la zapata (o dimensión menor de la zapata rectangular) en metros.

$\gamma$  = peso unitario del suelo en kg/m<sup>3</sup>.

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga (se obtiene de la

figura dada por Terzaghi.

$$C' = (2/3) * C$$

La capacidad de carga admisible,  $q_{adm}$ , es la capacidad de carga límite  $q_d$ , dividido entre el factor de seguridad (FS).

$$q_{adm} = q_u / FS$$

Terzaghi recomienda que FS no sea menor que 3.

## Capacidad portante

CAPACIDAD PORTANTE		
Tipo de falla	Local	
Denominación	C1-M1	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
DETERMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
Cohesion	kg/cm <sup>2</sup>	0.38
Angulo de fricción interna	Grado sexag.	13.20°
Peso volumetrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.852
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	19.54%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.975
Peso volumetrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.858
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	18.14%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.959
Peso volumetrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.881
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	18.08%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.961
Peso volumetrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.965
Peso volumetrico (γ <sub>1</sub> ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	965
Profundidad del cimientto (D <sub>f</sub> )	metros	1.50
Ancho de cimientto (B) o diametro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE q<sub>u</sub></b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>2.63</b>
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE q<sub>adm</sub></b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.88</b>

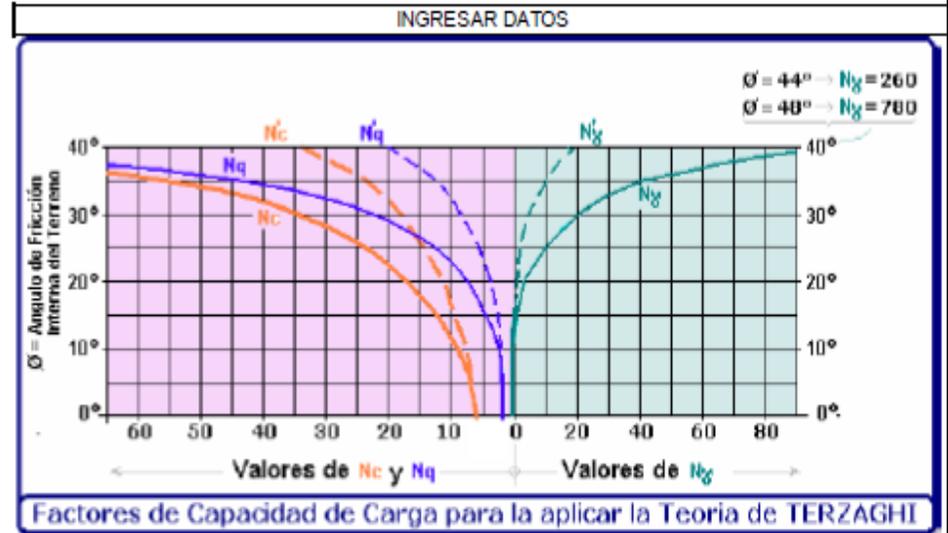
<p>CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO NATURAL O SATURADA</p> <p>INGRESAR DATOS</p> <p>φ = 44° → N<sub>γ</sub> = 260 φ = 48° → N<sub>γ</sub> = 760</p> <p>Valores de N<sub>c</sub> y N<sub>q</sub>   Valores de N<sub>γ</sub></p> <p>Factores de Capacidad de Carga para la aplicar la Teoria de TERZAGHI</p>
--

Contenido de humedad natural #1 =	13.65%	Peso volumetrico natural #1 =	1.877 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad natural #2 =	13.24%		
Contenido de humedad natural #3 =	13.08%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =		1.877	gr/cm <sup>3</sup>
PESO VOLUMETRICO SATURADO =		1.965	gr/cm <sup>3</sup>

Tipo de falla	Local	
Denominación	C3-M2	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
DETERMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
Cohesion	kg/cm <sup>2</sup>	0.32
Angulo de fricción interna	Grado sexag.	17.50°
Peso volumetrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.581
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	26.32%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.972
Peso volumetrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.584
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	26.41%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.977
Peso volumetrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.587
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	25.82%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.972
Peso volumetrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.974
Peso volumetrico (γ <sub>1</sub> ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	974
Profundidad del cimientado (D <sub>f</sub> )	metros	1.50
Ancho de cimientado (B) o diametro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE q<sub>u</sub></b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>2.73</b>
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE q<sub>adm</sub></b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.91</b>

CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO  
NATURAL O SATURADA



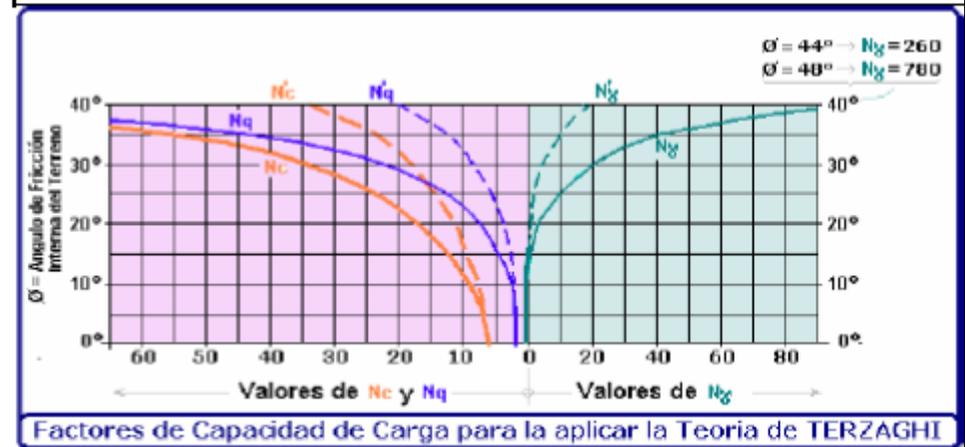
Contenido de humedad natural #1 =	20.58%	Peso volumetrico natural #1 =	1.882 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad natural #2 =	20.33%		
Contenido de humedad natural #3 =	20.14%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =		1.882	gr/cm <sup>3</sup>
PESO VOLUMETRICO SATURADO =		1.974	gr/cm <sup>3</sup>

## CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de falla	Local	
Denominación	C5-M2	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
DETERMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
Cohesión	kg/cm <sup>2</sup>	0.39
Ángulo de fricción interna	Grado sexag.	12.00°
Peso volumétrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.532
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	27.19%
Peso volumétrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.949
Peso volumétrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.537
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	26.63%
Peso volumétrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.946
Peso volumétrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.534
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	27.11%
Peso volumétrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.950
Peso volumétrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.948
Peso volumétrico (γ <sub>1</sub> ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	948
Profundidad del cimientto (Df)	metros	1.50
Ancho de cimientto (B) o diámetro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE qu</b>	kg/cm <sup>2</sup>	2.58
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE qadm</b>	kg/cm <sup>2</sup>	0.86

CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO  
NATURAL O SATURADA

INGRESAR DATOS

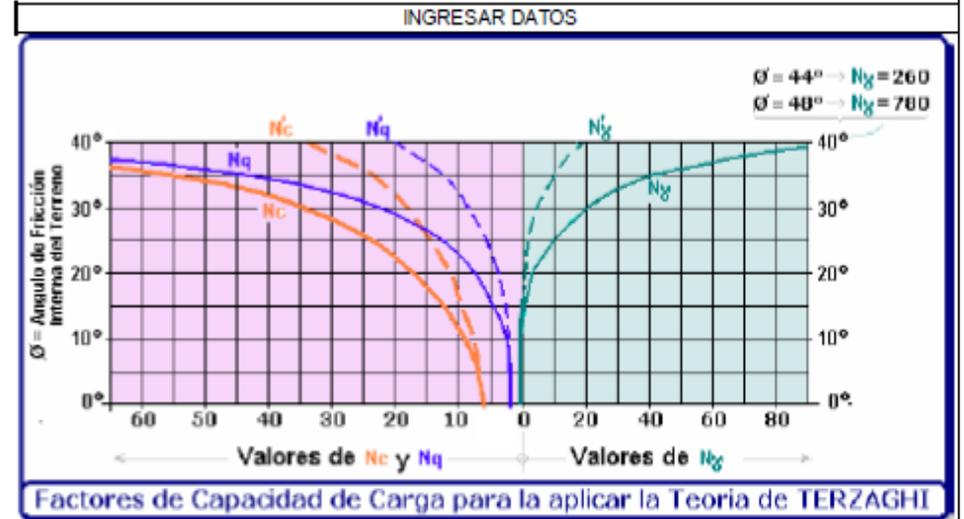


Contenido de humedad natural #1 =	21.47%	Peso volumétrico natural #1 =	1.861 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad natural #2 =	21.09%		
Contenido de humedad natural #3 =	21.28%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =		1.861	gr/cm <sup>3</sup>
PESO VOLUMETRICO SATURADO =		1.948	gr/cm <sup>3</sup>

## CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de falla	Local	
Denominación	C6A-M1	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Cohesión	kg/cm <sup>2</sup>	0.40
Ángulo de fricción interna	Grado sexag.	11.50°
Peso volumetrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.518
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	27.05%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.926
Peso volumetrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.518
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	27.33%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.930
Peso volumetrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.519
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	27.17%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.932
Peso volumetrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.929
Peso volumetrico (γ <sub>1</sub> ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	929
Profundidad del cimiento (Df)	metros	1.50
Ancho de cimiento (B) o diametro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE qu</b>	kg/cm <sup>2</sup>	2.52
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE qadm</b>	kg/cm <sup>2</sup>	0.84

CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO  
NATURAL O SATURADA



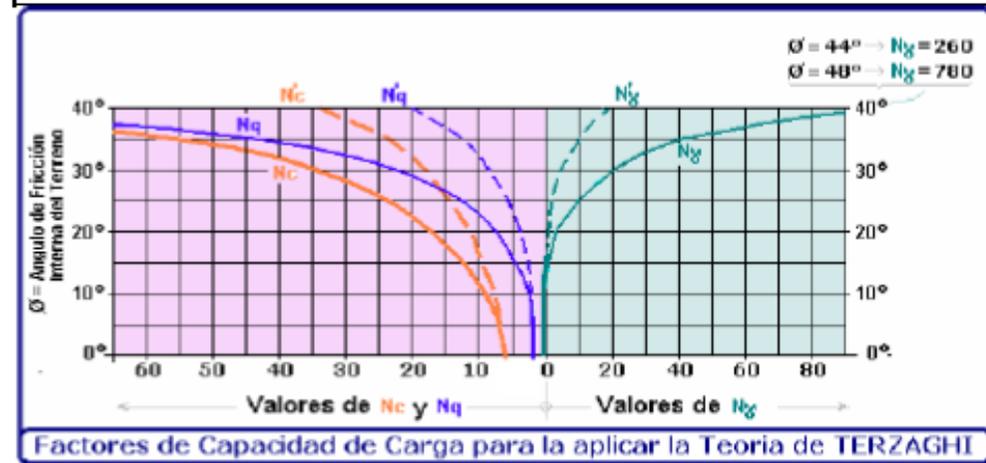
Contenido de humedad natural #1 =	22.28%	Peso volumetrico natural #1 =	1.853 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad natural #2 =	22.31%		
Contenido de humedad natural #3 =	22.05%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =		1.853	gr/cm <sup>3</sup>
PESO VOLUMETRICO SATURADO =		1.929	gr/cm <sup>3</sup>

## CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de falla	Local	
Denominación	C6A-M1	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
DETERMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
Cohesion	kg/cm <sup>2</sup>	0.40
Ángulo de fricción interna	Grado sexag.	11.50°
Peso volumetrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.518
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	27.05%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.928
Peso volumetrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.518
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	27.33%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.930
Peso volumetrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.519
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	27.17%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.932
Peso volumetrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.929
Peso volumetrico (γ <sub>1</sub> ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	929
Profundidad del cimientto (Df)	metros	1.50
Ancho de cimientto (B) o diametro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE qu</b>	kg/cm <sup>2</sup>	2.52
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE qadm</b>	kg/cm <sup>2</sup>	0.84

CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO  
NATURAL O SATURADA

INGRESAR DATOS



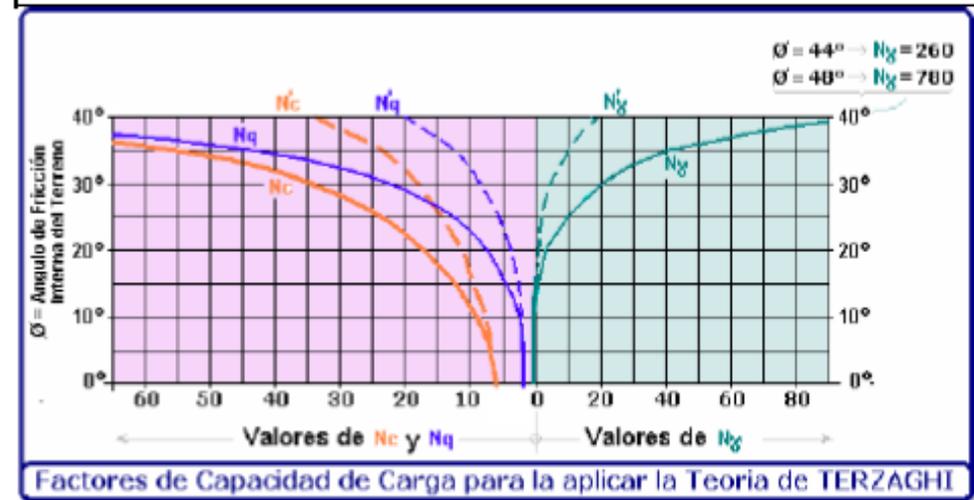
Contenido de humedad natural #1 =	22.28%	Peso volumetrico natural #1 =	1.853 gr/cm3
Contenido de humedad natural #2 =	22.31%		
Contenido de humedad natural #3 =	22.05%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =		1.853	gr/cm3
PESO VOLUMETRICO SATURADO =		1.929	gr/cm3

## CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de falla	Local	
Denominación	C8-M2	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Cohesión	kg/cm <sup>2</sup>	0.11
Angulo de fricción interna	Grado sexag.	28.60°
Peso volumetrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.395
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	22.87%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.714
Peso volumetrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.392
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	23.01%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.712
Peso volumetrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.393
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	22.44%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.708
Peso volumetrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.711
Peso volumetrico ( $\gamma_1$ ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	711
Profundidad del cimientto (Df)	metros	1.50
Ancho de cimientto (B) o diametro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE qu</b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>2.13</b>
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE qadm</b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.71</b>

CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO  
NATURAL O SATURADA

INGRESAR DATOS

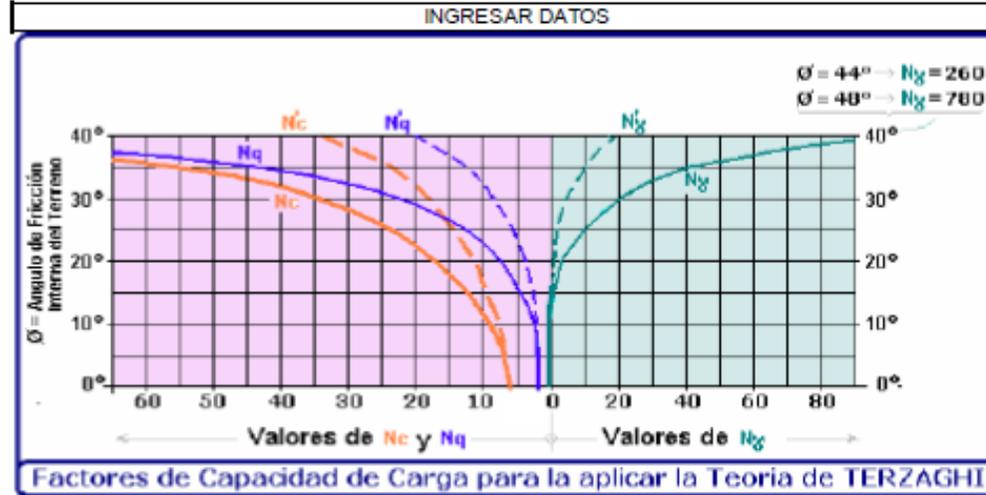


Contenido de humedad natural #1 =	22.02%	Peso volumetrico natural #1 =	1.702 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad natural #2 =	22.31%		
Contenido de humedad natural #3 =	22.14%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =	1.702 gr/cm <sup>3</sup>		
PESO VOLUMETRICO SATURADO =	1.711 gr/cm <sup>3</sup>		

## CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de falla	Local	
Denominación	C10-M2	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Cohesión	kg/cm <sup>2</sup>	0.10
Ángulo de fricción interna	Grado sexag.	28.30°
Peso volumetrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.433
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	20.01%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.720
Peso volumetrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.434
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	20.32%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.725
Peso volumetrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.432
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	20.27%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.722
Peso volumetrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.722
Peso volumetrico ( $\gamma_1$ ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	722
Profundidad del cimientto (Df)	metros	1.50
Ancho de cimientto (B) o diametro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE qu</b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>2.03</b>
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE qadm</b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.68</b>

CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO  
NATURAL O SATURADA

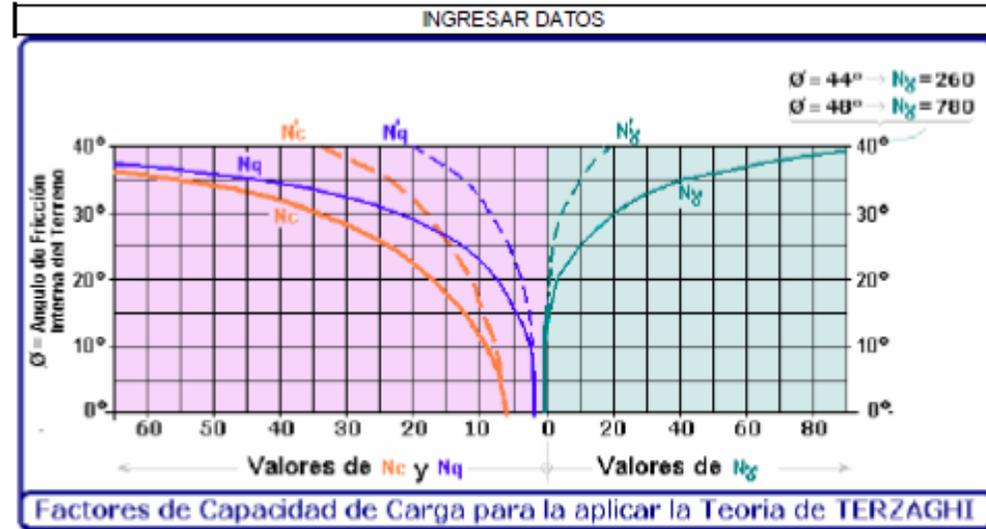


Contenido de humedad natural #1 =	18.14%	Peso volumetrico natural #1 =	1.693 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad natural #2 =	18.09%		
Contenido de humedad natural #3 =	18.22%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =		1.693	gr/cm <sup>3</sup>
PESO VOLUMETRICO SATURADO =		1.722	gr/cm <sup>3</sup>

## CAPACIDAD PORTANTE

Tipo de falla	Local	
Denominación	C13-M2	
Ubicación		
Tipo de cimentación		
Estado del suelo	SATURADA	
DETERMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
Cohesion	kg/cm <sup>2</sup>	0.32
Ángulo de fricción interna	Grado sexag.	17.10°
Peso volumetrico seco #1	gr/cm <sup>3</sup>	1.558
Contenido de humedad #1, estado: saturada	porcentaje	23.15%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.918
Peso volumetrico seco #2	gr/cm <sup>3</sup>	1.557
Contenido de humedad #2, estado: saturada	porcentaje	23.37%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.921
Peso volumetrico seco #3	gr/cm <sup>3</sup>	1.553
Contenido de humedad #3, estado: saturada	porcentaje	23.13%
Peso volumetrico saturada en el anillo	gr/cm <sup>3</sup>	1.912
Peso volumetrico promedio: saturada	gr/cm <sup>3</sup>	1.918
Peso volumetrico ( $\gamma$ ) saturado y sumergido	kg/m <sup>3</sup>	916
Profundidad del cimientto (Df)	metros	1.50
Ancho de cimientto (B) o diametro en caso circular (D)	metros	1.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA O CARGA LIMITE <math>q_u</math></b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>2.70</b>
Factor de seguridad	adimensional	3.00
<b>CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE <math>q_{adm}</math></b>	kg/cm <sup>2</sup>	<b>0.90</b>

CUADRADA, CIRCULAR O CORRIDO  
NATURAL O SATURADA



Contenido de humedad natural #1 =	21.13%	Peso volumetrico natural #1 =	1.885 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad natural #2 =	21.05%		
Contenido de humedad natural #3 =	21.34%		
PESO VOLUMETRICO NATURAL =		1.885	gr/cm <sup>3</sup>
PESO VOLUMETRICO SATURADO =		1.916	gr/cm <sup>3</sup>

### 3.2. Cálculo de asentamientos

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados asentamientos totales y asentamientos diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa una pulgada (1”), que es el asentamiento máximo permisible para estructuras de tipo no convencional.

El asentamiento de la cimentación se calculará en base a la teoría de la elasticidad, considerando dos tipos de cimentación superficial recomendado. Se asume que el esfuerzo neto transmitido es uniforme en ambos casos.

El asentamiento elástico inicial será:

$$S = \frac{\Delta q_s \times B(1 - U^2)}{E_s} I_f$$

Dónde:

S = Asentamiento (cm)

$\Delta q_s$  = Esfuerzo neto transmisible (ton/m<sup>2</sup>)

B = Ancho de cimentación (m)

$E_s$  = Modulo de Elasticidad (ton/m<sup>2</sup>)

U = Relación de Poisson

$I_f$  = Factor de Influencia que depende de la forma de rigidez de la cimentación (cm/m).

Las propiedades elásticas de la cimentación fueron asumidas, a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente, donde ira desplantada la cimentación.

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando que los esfuerzos transmitidos sean iguales a la capacidad admisible de carga.

Se espera un asentamiento promedio de 1.65 cm., inferior a lo permisible (2.54 cm.), por lo que no se presentaran problemas por asentamiento.

➤ **CONCLUSIONES**

La estratigrafía predominante en el subsuelo, están formados por suelos de tipo: “CL” (arcillas de mediana plasticidad), “SM-SC” (arenas limoarcillosas), “SM” (arenas limosas) y “SW-SM” (arenas mal graduadas).

En todo el tramo del Canal se ha encontrado nivel freático, se detalla en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 09: NAPA FREÁTICA**

<b>Calicata y pozo</b>	<b>Nivel Freático (m)</b>
<b>C-3</b>	<b>-1.70 m</b>
<b>C-4</b>	<b>-1.80 m</b>
<b>C-6</b>	<b>-2.80 m</b>
<b>C-6A</b>	<b>-2.70 m</b>
<b>C-8</b>	<b>-2.20 m</b>
<b>C-9</b>	<b>-2.50 m</b>
<b>C-10</b>	<b>-1.90 m</b>
<b>C-11</b>	<b>-1.50 m</b>
<b>C-12</b>	<b>-1.90 m</b>

El peso volumétrico de las calicatas estudiadas en el trazo del Canal se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 10: PESOS VOLUMETRICOS**

<b>CANAL YENCALA LEON</b>	<b>Densidad en estado natural. (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad en estado saturado. (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad en estado saturado sumergido. (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>C1-M1 PUENTE</b>	<b>1.877</b>	<b>1.965</b>	<b>0.965</b>
<b>C3-M2</b>	<b>1.882</b>	<b>1.974</b>	<b>0.974</b>
<b>C5-M2</b>	<b>1.861</b>	<b>1.948</b>	<b>0.948</b>
<b>C6A-M1 PUENTE</b>	<b>1.853</b>	<b>1.929</b>	<b>0.929</b>
<b>C8-M2</b>	<b>1.702</b>	<b>1.711</b>	<b>0.711</b>
<b>C10-M2</b>	<b>1.693</b>	<b>1.722</b>	<b>0.722</b>
<b>C13-M2</b>	<b>1.885</b>	<b>1.916</b>	<b>1.916</b>

El grado de expansión del suelo es medio, y el cambio de volumen del suelo del estado seco al saturado es mayor al 20%.

Para el diseño estructural el suelo se clasifica como S3, el periodo que define la plataforma del aspecto  $T_p = 1.0$  segundos, y el factor suelo  $S$  igual a 1.1.

El asentamiento que se producirá será de 1.65 cm., inferior a lo permisible (2.54 cm.), por lo que no se presentaran problemas por asentamiento.

#### ➤ **RECOMENDACIONES**

El suelo subyacente de la zona de estudio es apto si se cumple con las recomendaciones de este informe.

La capacidad de carga admisible del terreno con fines de cimentación superficial, en el trayecto del canal en estudio se muestra a en el presente cuadro.

**CUADRO N° 11: CAPACIDAD ADMISIBLE**

<b>CANAL</b>	<b>olímite. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>eadmisible. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>C1-M1 PUENTE</b>	<b>2.63</b>	<b>0.88</b>
<b>C3-M2</b>	<b>2.73</b>	<b>0.91</b>
<b>C5-M2</b>	<b>2.58</b>	<b>0.86</b>
<b>C6A-M1 PUENTE</b>	<b>2.52</b>	<b>0.84</b>
<b>C8-M2</b>	<b>2.13</b>	<b>0.71</b>
<b>C10-M2</b>	<b>2.03</b>	<b>0.68</b>
<b>C13-M2</b>	<b>2.70</b>	<b>0.90</b>

Se recomienda una profundidad de cimentación de  $D_f = - 1.50$  m, referida al nivel del terreno natural; en las estructuras a proyectarse.

El suelo en todo el tramo del canal se encuentra ligeramente de sales, por lo que se recomienda usar cemento TIPO MS. En la construcción de obras de concreto, el  $f'_c$  no debe ser menor a  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la prueba cilíndrica a la compresión del concreto a los 28 días.

En las zonas donde existan suelos deleznable, se recomienda colocar una cama de apoyo de suelo granular en un espesor de 0.20 m. como mínimo con el fin de controlar la expansibilidad del suelo.

El grado de expansibilidad máximo del suelo, en la zona del proyecto es Medio. Con un porcentaje de expansión mayor del 20 %, por lo que en la construcción de obras civiles (tomas laterales, obras de arte), el suelo de la superficie, debe ser eliminado y cambiado por material granular compactado de la siguiente manera: 15 cm. del material natural, cambiado por 5 cm. de arena fina y limpia (A-3, clasificación AASHTO) seguido de 10 cm de material granular (A-2-4(0) clasificación AASHTO) como sub base, para disminuir los efectos de la arcilla expansiva.

En las zonas donde se realizarán los revestimientos de canal, suelos

de consistencia media a baja, se deberá cortar en 0.40 m desde el nivel de losa de fondo del canal, y reemplazarlo por 0.20 m. de piedra tipo over de Ø 4", seguidos de 0.20 m de material granular (A-2-4(0) clasificación AASHTO), y compactarlo al 90% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

En las zonas donde han ocurrido asentamientos, se recomienda proteger con obras de drenaje, para disminuir el efecto de la infiltración de agua superficial que lubrica discontinuidades, satura el terreno y reduce la resistencia de la matriz rocosa y el aumento del nivel freático durante lluvias excepcionales, y riegos por inundación lo cual contribuye al empuje de los materiales deslizados.

Construir de acuerdo a las especificaciones dadas por las Normas Peruanas de Estructuras, Reglamento Nacional de Edificaciones y la Norma ACI 2005 del American Concrete Institute.

Los datos de éste no podrán ser usados para proyectos diferentes al que persigue el presente informe.

**VISTA SATELITAL DEL AREA EN ESTUDIO DEL CANAL YENCALA LEON  
EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE, SAN JOSE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE  
COORDENADAS. SISTEMA WGS 84**



## ZONA SISMICAS

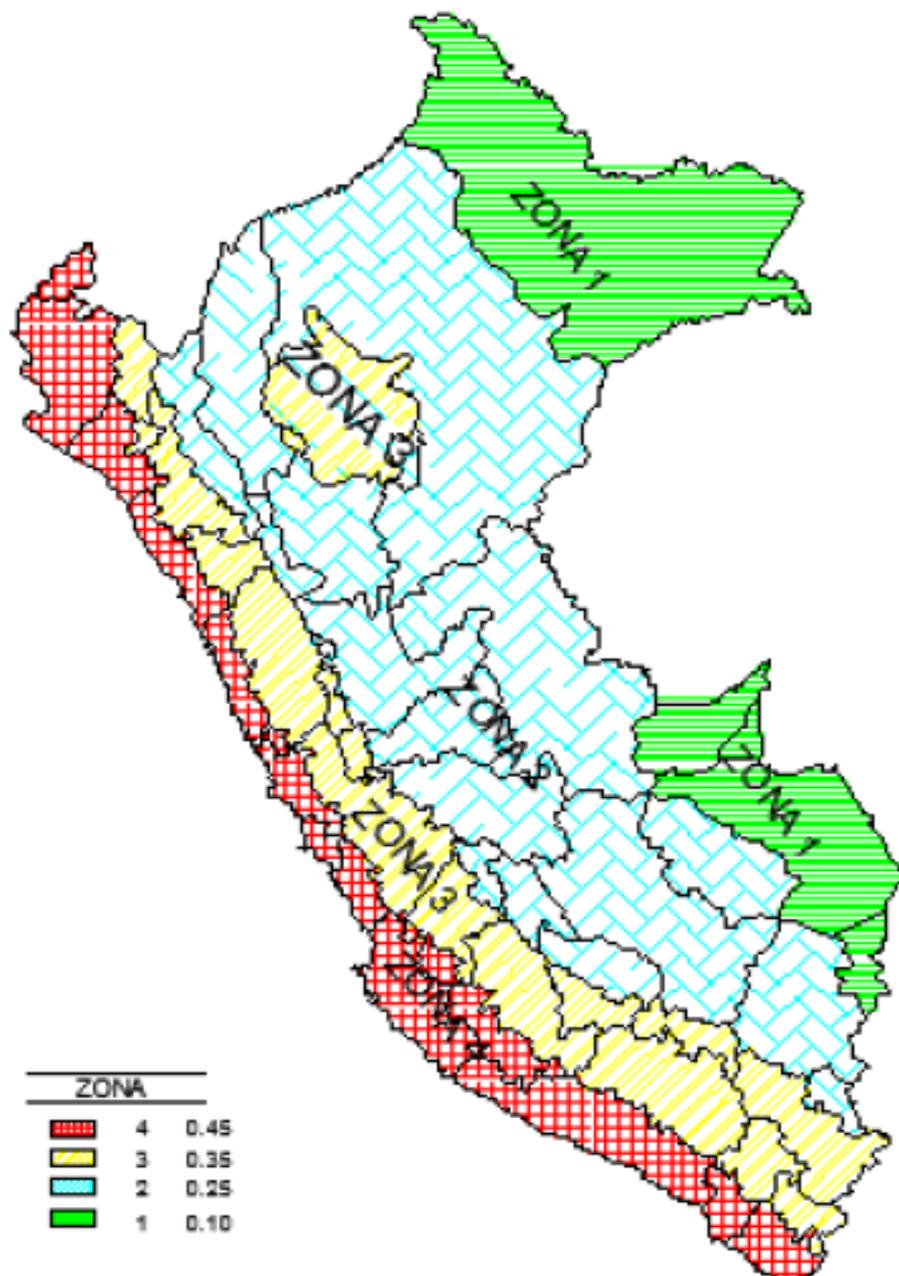




Foto N° 1. Ubicación y apertura de Calicata C-1.



Foto N°2. Detalle del perfil del suelo en calicata C-1



Foto N° 3. Ubicación de Calicata



Foto N° 4. Apertura de calicata C-2.



Foto N° 5. Ubicación y Apertura de calicata C-3.



Foto N° 6. Detalle del perfil del suelo en calicata C-3.



Foto N° 7. Ubicación y Apertura de calicata C-4



Foto N° 8. Detalle del perfil del suelo en calicata C-4



Foto N° 9. Ubicación y Apertura en Calicata C-5.



Foto N° 10. Detalle del perfil del suelo en Calicata C-5.



Foto N° 11. Ubicación y Apertura en La calicata C-6.



Foto N° 12. Presencia de Napa Freática en calicata C-6.



Foto N° 13. Ubicación de calicata C-6A



Foto N°14. Presencia de napa freática en la Calicata C-6A



Foto N° 15. Ubicación y Apertura de Calicata C-7.



Foto N° 16. Detalle del perfil del suelo en Calicata C-7.



Foto N° 17. Ubicación y Apertura en Calicata C-8.



Foto N° 18. Detalle del perfil del suelo en Calicata C-8.



Foto N° 19. Ubicación y Apertura en Calicata C-9.



Foto N° 20. Detalle del perfil del suelo en Calicata C-9.



Foto N° 21. Ubicación y apertura del suelo en Calicata C-10.



Foto N° 22. Obtención de Mab. En Calicata C-10.



Foto N° 23. Ubicación y apertura del suelo en Calicata C-11.



Foto N° 24. Obtención de Mab. En Calicata Calicata C-11.



Foto N° 25. Ubicación y realización del Muestreo con posteadora del suelo P-12 a -2.00 m.



Foto N° 26. Obtención de Mab. Con posteadora del suelo P-12



Foto N° 27. Ubicación y apertura del suelo En C-13



Foto N° 28. Detalle del perfil del suelo en Calicata C-13.

## Anexo 02: Costos y presupuesto

Subpresupuesto	LAMBAYEQUE Y SAN JOSE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE"				
Cliente	001 CANAL				Costo al 14/01/2021
Lugar	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JOSE				
	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - SAN JOSE				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>39,757.31</b>
01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL, ALMACEN Y OFICINA PROVISIONAL DE LA OBRA	mes	6.00	450.00	2,700.00
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 5.0X3.0 M	und	1.00	1,463.38	1,463.38
01.03	TALA Y ELIMINACION DE ARBOLES Y ARBUSTOS C/EQUIPO	m2	8,637.30	2.53	21,852.37
01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	2,227.20	2,227.20
01.05	AGUA PARA LA OBRA	mes	6.00	1,919.06	11,514.36
02	<b>ESTRUCTURAS GENERALES</b>				<b>2,818,835.50</b>
02.01	<b>CANAL DE CONCRETO</b>				<b>2,588,065.24</b>
02.01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>369,276.40</b>
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	35,155.57	5.90	207,417.86
02.01.01.02	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO (e=0.20m) C/EQUIPO	m2	46,524.36	3.47	161,439.53
02.01.01.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES C/EQUIPO	m3	9.51	44.06	419.01
02.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>981,039.06</b>
02.01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA OBRA	m3	9,729.31	6.21	60,419.02
02.01.02.02	REFINE. NIVELACION DE TERRENO NATURAL	m2	35,155.57	8.46	297,416.12

02.01.02.03	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	2,009.31	8.02	16,114.67
02.01.02.04	RELLENO, COMPACTADO CON OVER C/MAQ.	m3	5,025.41	29.99	150,712.05
02.01.02.05	RELLENO, COMPACTADO CON AFIRMADO C/MAQ.	m3	5,920.41	59.27	350,902.70
02.01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,650.00	10.93	105,474.50
<b>02.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1,127,474.37</b>
02.01.03.01	CONCRETO F'c= 210 Kg/cm2	m3	2,184.72	503.48	1,099,962.83
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	537.86	51.15	27,511.54
<b>02.01.04</b>	<b>JUNTAS</b>				<b>59,651.69</b>
02.01.04.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	5,388.59	11.07	59,651.69
<b>02.01.05</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>3,419.64</b>
02.01.05.01	ESCALINES CON F°G° D=3/4"	und	12.00	284.97	3,419.64
<b>02.01.06</b>	<b>CURADO</b>				<b>47,204.08</b>
02.01.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	16,165.78	2.92	47,204.08
<b>02.02</b>	<b>ESTRUCTURA DE CONTROL</b>				<b>5,999.42</b>
<b>02.02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>65.31</b>
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	11.07	5.90	65.31
<b>02.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>357.73</b>
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO PARA OBRAS DE ARTE	m3	3.27	47.90	156.63
02.02.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	1.51	83.87	126.64
02.02.02.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES C/EQUIPO	m3	1.69	44.06	74.46

02.02.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1,562.84</b>
02.02.03.01	SOLADOS f <sub>c</sub> =100kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	5.45	286.76	1,562.84
02.02.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>2,782.07</b>
02.02.04.01	CONCRETO F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	4.31	503.48	2,170.00
02.02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	6.21	51.15	317.64
02.02.04.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	52.39	5.62	294.43
02.02.05	<b>JUNTAS</b>				<b>38.75</b>
02.02.05.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	3.50	11.07	38.75
02.02.06	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>1,167.55</b>
02.02.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA TIPO ARMCO 0.60 X 1.10 X 1.40 M. SISTEMA DE IZAJE HPR-18	und	1.00	1,167.55	1,167.55
02.02.07	<b>CURADO</b>				<b>25.17</b>
02.02.07.01	CURADO DE CONCRETO	m <sup>2</sup>	8.62	2.92	25.17
02.03	<b>PUENTES</b>				<b>215,621.46</b>
02.03.01	<b>PUENTE TIPO LOSA + VEREDA L=5.00m (01 UND)</b>				<b>41,118.00</b>
02.03.01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1,353.60</b>
02.03.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m <sup>2</sup>	86.40	5.90	509.76
02.03.01.01.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS ARTESANALES EXISTENTES C/EQUIPO	m <sup>2</sup>	36.00	23.44	843.84
02.03.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>677.14</b>
02.03.01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA PUENTES	m <sup>3</sup>	41.04	7.44	305.34

02.03.01.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL PDE PRESTAMO	m3	33.48	8.02	268.51
02.03.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9.45	10.93	103.29
02.03.01.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>929.10</b>
02.03.01.03.01	<b>FALSA ZAPATA</b>				<b>929.10</b>
02.03.01.03.01.01	FALSA ZAPATA $f_c=100\text{kg/cm}^2 + 30\%$ PG DE 8" MAX	m3	3.24	286.76	929.10
02.03.01.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>36,288.27</b>
02.03.01.04.01	<b>ZAPATAS</b>				<b>6,503.90</b>
02.03.01.04.01.01	CONCRETO $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	5.40	503.48	2,718.79
02.03.01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	28.80	51.15	1,473.12
02.03.01.04.01.03	ACERO $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	408.58	5.62	2,296.22
02.03.01.04.01.04	CURADO DE CONCRETO	m2	5.40	2.92	15.77
02.03.01.04.02	<b>PANTALLA DE ESTRIBO</b>				<b>12,281.38</b>
02.03.01.04.02.01	CONCRETO $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	11.95	503.48	6,016.59
02.03.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	54.67	51.15	2,796.37
02.03.01.04.02.03	ACERO $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	588.75	5.62	3,308.78
02.03.01.04.02.04	CURADO DE CONCRETO	m2	54.67	2.92	159.64
02.03.01.04.03	<b>LOSA</b>				<b>11,615.91</b>
02.03.01.04.03.01	CONCRETO $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	9.45	503.48	4,757.89
02.03.01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	34.28	51.15	1,753.42
02.03.01.04.03.03	ACERO $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	890.48	5.62	5,004.50

02.03.01.04.03.04	CURADO DE CONCRETO	m2	34.28	2.92	100.10
02.03.01.04.04	<b>VEREDA</b>				<b>5,887.08</b>
02.03.01.04.04.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	2.20	503.48	1,107.66
02.03.01.04.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	11.00	51.15	562.65
02.03.01.04.04.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	744.60	5.62	4,184.65
02.03.01.04.04.04	CURADO DE CONCRETO	m2	11.00	2.92	32.12
02.03.01.05	<b>JUNTA DE CONSTRUCCION</b>				<b>338.11</b>
02.03.01.05.01	JUNTA DE DILATACION ENTRE LOSA Y ESTRIBO	m	14.40	23.48	338.11
02.03.01.06	<b>BARANDA</b>				<b>538.32</b>
02.03.01.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS METALICAS	glb	2.00	269.16	538.32
02.03.01.07	<b>PAVIMENTO</b>				<b>346.00</b>
02.03.01.07.01	RIEGO DE LIGA	m2	25.00	6.33	158.25
02.03.01.07.02	CARPETA ASFALTICA E=5.00CM	m2	25.00	7.51	187.75
02.03.01.08	<b>VARIOS</b>				<b>647.46</b>
02.03.01.08.02	APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO E=90MM	und	2.00	186.53	373.06
02.03.01.08.03	TUBERIA PVC SAP DRENAJE	und	4.00	48.95	195.80
02.03.01.08.04	BRUÑA ROMPE AGUA	m	10.00	7.86	78.60
02.03.02	<b>PUENTE TIPO LOSA SIN VEREDA L=5.00m (08 UND)</b>				<b>174,503.46</b>
02.03.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>6,254.01</b>
02.03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	422.40	5.90	2,492.16

02.03.02.01.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES C/EQUIPO	m2	37.50	44.06	1,652.25
02.03.02.01.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS ARTESANALES EXISTENTES C/EQUIPO	m2	90.00	23.44	2,109.60
<b>02.03.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>4,563.46</b>
02.03.02.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA PUENTES	m3	133.76	7.44	995.17
02.03.02.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL PDE PRESTAMO	m3	109.12	8.02	875.14
02.03.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	246.40	10.93	2,693.15
<b>02.03.02.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>3,028.19</b>
<b>02.03.02.03.01</b>	<b>FALSA ZAPATA</b>				<b>3,028.19</b>
02.03.02.03.01.01	FALSA ZAPATA $f_c=100\text{kg/cm}^2 + 30\%$ PG DE 8" MAX	m3	10.56	286.76	3,028.19
<b>02.03.02.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>147,082.73</b>
<b>02.03.02.04.01</b>	<b>ZAPATAS</b>				<b>24,629.03</b>
02.03.02.04.01.01	CONCRETO $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	17.60	503.48	8,861.25
02.03.02.04.01.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	140.80	51.15	7,201.92
02.03.02.04.01.03	ACERO $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	1,515.03	5.62	8,514.47
02.03.02.04.01.04	CURADO DE CONCRETO	m2	17.60	2.92	51.39
<b>02.03.02.04.02</b>	<b>PANTALLA DE ESTRIBO</b>				<b>47,848.69</b>
02.03.02.04.02.01	CONCRETO $F'C= 210 \text{ Kg/cm}^2$	m3	25.34	503.48	12,758.18
02.03.02.04.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	272.49	51.15	13,937.86
02.03.02.04.02.03	ACERO $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	2,631.21	5.62	14,787.40
02.03.02.04.02.04	CURADO DE CONCRETO	m2	2,179.88	2.92	6,365.25

02.03.02.04.03	<b>LOSA</b>				<b>74,605.01</b>
02.03.02.04.03.01	CONCRETO F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>	m3	61.60	503.48	31,014.37
02.03.02.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	228.64	51.15	11,694.94
02.03.02.04.03.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	4,725.03	5.62	26,554.67
02.03.02.04.03.04	CURADO DE CONCRETO	m2	1,829.12	2.92	5,341.03
02.03.02.05	<b>JUNTA DE CONSTRUCCION</b>				<b>1,652.99</b>
02.03.02.05.01	JUNTA DE DILATACION ENTRE LOSA Y ESTRIBO	m	70.40	23.48	1,652.99
02.03.02.06	<b>BARANDA</b>				<b>4,306.56</b>
02.03.02.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS METALICAS	glb	16.00	269.16	4,306.56
02.03.02.07	<b>PAVIMENTO</b>				<b>2,435.84</b>
02.03.02.07.01	RIEGO DE LIGA	m2	176.00	6.33	1,114.08
02.03.02.07.02	CARPETA ASFALTICA E=5.00CM	m2	176.00	7.51	1,321.76
02.03.02.08	<b>VARIOS</b>				<b>5,179.68</b>
02.03.02.08.02	APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO E=90MM	und	16.00	186.53	2,984.48
02.03.02.08.03	TUBERIA PVC SAP DRENAJE	und	32.00	48.95	1,566.40
02.03.02.08.04	BRUÑA ROMPE AGUA	m	80.00	7.86	628.80
02.04	<b>TOMAS LATERALES</b>				<b>8,271.65</b>
02.04.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>106.20</b>
02.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	18.00	5.90	106.20
02.04.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>293.61</b>

02.04.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO PARA OBRAS DE ARTE	m3	1.98	47.90	94.84
02.04.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	2.37	83.87	198.77
<b>02.04.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>65.95</b>
02.04.03.01	SOLADOS f'c=100kg/cm2	m3	0.23	286.76	65.95
<b>02.04.04</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>6,006.97</b>
02.04.04.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	7.20	503.48	3,625.06
02.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	34.39	51.15	1,759.05
02.04.04.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	110.83	5.62	622.86
<b>02.04.05</b>	<b>JUNTAS</b>				<b>101.40</b>
02.04.05.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	9.16	11.07	101.40
<b>02.04.06</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>1,597.10</b>
02.04.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA TIPO ARMCO 0.50 X 0.60 X 1.40 M	und	2.00	798.55	1,597.10
<b>02.04.07</b>	<b>CURADO</b>				<b>100.42</b>
02.04.07.01	CURADO DE CONCRETO	m2	34.39	2.92	100.42
<b>02.05</b>	<b>TRANSICIONES</b>				<b>877.73</b>
<b>02.05.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>46.02</b>
02.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	7.80	5.90	46.02
<b>02.05.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>81.53</b>
02.05.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA PUENTES	m3	1.15	7.44	8.56
02.05.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	0.87	83.87	72.97

02.05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>662.73</b>
02.05.03.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	0.66	503.48	332.30
02.05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	6.46	51.15	330.43
02.05.04	<b>JUNTAS</b>				<b>74.72</b>
02.05.04.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	6.75	11.07	74.72
02.05.05	<b>CURADO</b>				<b>12.73</b>
02.05.05.01	CURADO DE CONCRETO	m2	4.36	2.92	12.73
03	<b>HITOS KILEMETRICOS</b>				<b>1,206.90</b>
03.01	HITOS KILOMETRICOS	und	6.00	201.15	1,206.90
04	<b>MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>28,863.89</b>
04.01	RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR CAMPAMENTO	m2	200.00	2.85	570.00
04.02	RESTAURACION DE AREAS OCUPADAS POR PREPARACION DE CONCRETO	m2	180.00	3.67	660.60
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	9,905.85	2.55	25,259.92
04.04	REVEGETACION DE AREAS AFECTADAS	ha	1.00	2,373.37	2,373.37
05	<b>PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>8,681.91</b>
05.01	<b>PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>8,681.91</b>
05.01.01	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>				<b>3,570.53</b>
05.01.01.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	3,248.50	3,248.50
05.01.01.02	INSTALACION DE BOTIQUIN DE EMERGENCIA	und	1.00	169.49	169.49
05.01.01.03	INSTALACION DE EXTINTOR TIPO DE POLVO PQS DE 6kg	und	1.00	152.54	152.54

05.01.02	<b>SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD</b>				<b>5,111.38</b>
05.01.02.01	LETRERO DE SEÑALES DE USO SEGURO	und	5.00	74.72	373.60
05.01.02.02	LETRERO DE PRIHIBICION	und	5.00	58.17	290.85
05.01.02.03	SEÑALIZACION TEMPORAL CON MALLA DE SEGURIDAD	m	1,240.00	1.67	2,070.80
05.01.02.04	SEÑALIZACION TEMPORAL CON CINTA DE SEGURIDAD	m	4,659.07	0.51	2,376.13
06	<b>FLETE TERRESTRE</b>				<b>37,584.11</b>
06.01	FLETE TERRESTRE MATARIALES	glb	1.00	37,584.11	37,584.11
	<b>Costo Directo</b>				<b>2,934,929.62</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>293,492.96</b>
	<b>UTILIDADES (5%)</b>				<b>146,746.48</b>
	=====				=====
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>3,375,169.06</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>607,530.43</b>
	=====				=====
	<b>PRESUEPUESTO TOTAL DE OBRA</b>				<b>3,982,699.49</b>

**SON : TRES MILLONES NOVECIENTOS OCHENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTINUEVE Y 49/100 NUEVOS SOLES**

### Anexo 03: Fórmula polinómica

#### Fórmula Polinómica

Presupuesto **0201004 "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL YENCALA LEON EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE Y SAN JOSE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE"**

Subpresupuesto **00 CANAL**

Fecha Presupuesto **14/01/2020**

Moneda **NUEVOS SOLES**

Ubicación Geográfica **140311 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - SAN JOSE**

$$K = 0.185^*(Mr / Mo) + 0.213^*(AAr / AAo) + 0.314^*(Cr / Co) + 0.264^*(MMr / MMo) + 0.088^*(Dir / Dio)$$

Monomi	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.185	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.213	8.451		03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
		91.549	AA	05	AGREGADO GRUESO
3	0.314	79.618	C	23	CEMENTO PORTLAND TIPO V
4	0.264	82.576	MM	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
		17.424		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
5	0.088	72.727	DI	29	DOLAR
		27.273		39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

**Anexo 04: Lista de insumos**

**Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo**

Obra	0201004	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL YENCALA LEON EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE Y SAN JOSE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE"			
Subpresupuesto	001	CANAL			
Fecha	14/01/2021				
Lugar	140311	LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - SAN JOSE			
<b>Código</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		MANO DE OBRA			
0101010002	CAPATAZ	hh	1,559.4027	23.11	36,037.80
0101010003	OPERARIO	hh	2,967.9634	21.01	62,356.91
0101010004	OFICIAL	hh	3,785.1549	17.03	64,461.19
0101010005	PEON	hh	24,014.6846	15.34	368,385.26
0101030000	TOPOGRAFO	hh	571.2198	21.73	12,412.61
0101030007	SOLDADOR	hh	92.0010	22.35	2,056.22
					<b>545,709.99</b>

## MATERIALES

02010500010002	ASFALTO PEN 85-100	gal	24.1200	47.20	1,138.46
0201050002	EMULSION ASFALTICA	gal	3.1800	47.20	150.10
02010500030003	NEOPRENO de 65 x 90mm	und	18.0000	25.50	459.00
0201050005	MEZCLA ASFALTICA	m3	24.1200	47.20	1,138.46
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	368.7920	4.90	1,807.08
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	583.9330	5.78	3,375.13
0204010012	TIERRA DE CHACRA 30kg	bls	50.0000	7.50	375.00
0204010013	FERTILIZANTES	kg	45.0000	13.20	594.00
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	12,284.8402	3.63	44,593.97
02040600010002	ACERO LISO EN VARILLAS DE 1/2" X 6 m	var	9.4212	19.37	182.49
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	5.0880	5.50	27.98
0204120004	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	273.1218	5.50	1,502.17
02041400010003	GIGANTOGRAFIA (INC. COLOCACION)	m2	15.0000	23.50	352.50
02041500010004	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	est	1.0000	2,227.20	2,227.20
0205000009	PIEDRA GRANDE DE 6" - 8"	m3	5.8440	100.30	586.15
0205000046	OVER (6")	m3	5,155.9137	24.00	123,741.93
0205010000	AFIRMADO	m3	6,073.2890	50.00	303,664.45
02050100010003	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)	m	18.8426	2.70	50.88
0206510098	CINTA DE SEGURIDAD	rl	4,892.0235	0.15	733.80
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	1,235.4771	65.00	80,306.01

02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	1,235.4771	65.00	80,306.01
0207020001	ARENA FINA	m3	0.5940	50.00	29.70
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	1,212.0744	50.00	60,603.72
0207030001	HORMIGON	m3	15.2918	45.00	688.13
0209030053	COMPUERTA TIPO ARMCO 0.60 X 1.10 X 1.40 M, SISTEMA DE I7A IF HPR.1R	pza	1.0000	984.00	984.00
0209030054	COMPUERTA TIPO ARMCO 0.50 X 0.60 X 1.40 M, SISTEMA DE I7A IF HPR.1R	pza	2.0000	615.00	1,230.00
0210030020	MALLA DE SEGURIDAD EN OBRA	rl	1,302.0000	1.00	1,302.00
0213010003	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bol	22,790.5920	32.10	731,578.00
02130300010002	YESO EN BOLSAS DE 20 kg	bol	3,391.6167	8.40	28,489.58
0229120005	WATER STOP PVC DE 6"	m	5,678.4000	8.00	45,427.20
0229500091	SOLDADURA	kg	5.4006	15.50	83.71
0230190004	ADITIVO CURADOR ANTISOL	gln	1,831.0596	25.00	45,776.49
0230540003	LETRERO DE SEÑALIZACION DE 0.90X2.00m	pza	5.0000	20.00	100.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	50.1280	7.50	375.96
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und	8,925.3100	5.00	44,626.55
02310500010007	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pln	4.2500	75.90	322.58
0232000062	FLETE TERRESTRE MATERIALES	glb	1.0000	37,584.11	37,584.11
0239020105	CAMPAMENTO PROVINCIONAL, ALMACEN Y OFICINA DE LA OBRA	mes	6.0000	450.00	2,700.00

0239050000	AGUA	m3	487.3080	5.00	2,436.54
0239070006	PLANTAS NATIVAS	kg	200.0000	7.00	1,400.00
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	3.7500	32.90	123.38
02410100020003	CINTA AUTOADHESIVA MASKING TAPE 19 X 50 m	pza	169.6000	2.50	424.00
0243040011	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO	p2	6,100.2013	7.50	45,751.51
0254190003	PINTURA ESMALTE	gln	1,607.2558	50.00	80,362.79
0265020083	FIERRO GALVANIZADO DE 3/4"	m	69.1200	5.75	397.44
0267040009	MASCARILLA PARA PROTECCION CONTRA POLVO	und	10.0000	6.00	60.00
0267050001	GUANTES DE CUERO	par	30.0000	7.90	237.00
02670600060004	PANTALON DRILL NARANJA	und	25.0000	34.90	872.50
02670600060006	PANTALON DRILL AZUL	und	5.0000	35.90	179.50
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und	25.0000	8.90	222.50
0267060020	CHALECOS DE SEGURIDAD	und	5.0000	24.00	120.00
0267060022	LENTES DE SEGURIDAD	und	30.0000	6.90	207.00
0267070007	BOTAS DE SEGURIDAD	par	30.0000	45.00	1,350.00
0271010055	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO D=2"	m	57.6000	12.47	718.27
0271050139	PERNOS DE 3/4"x3 1/2" CON TUERCA Y HUACHA	und	16.0000	2.41	38.56
0273010041	TUBERIA PVC 3"	und	36.0000	19.00	684.00
0275010005	EXTINTORES TIPO PQS 6 kg. (INCLUYE SOPORTE)	und	1.0000	152.54	152.54
0275010006	BOTIQUÍN BASICO DE PRIMEROS AUXILIOS	und	1.0000	169.49	169.49
02901700010018	LETREROS DE PROHIBICION	und	5.0000	20.00	100.00

02901700010018	LETREROS DE PROHIBICION	und	5.0000	20.00	100.00
----------------	-------------------------	-----	--------	-------	--------

**1,704,915.51**

**EQUIPOS**

0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	285.6100	10.00	2,856.10
0301000009	ESTACION TOTAL	hm	142.8050	20.00	2,856.10
0301000015	JALONES	he	1,142.4380	5.00	5,712.19
0301000020	MIRA TOPOGRAFICA	he	1,142.4380	5.00	5,712.19
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	0.0900	7.50	0.68
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	129.2325	8.00	1,033.86
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	199.6812	120.00	23,961.74
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO (21-24 KG)	hm	64.9317	6.68	433.74
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA	hm	0.4031	6.50	2.62
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	158.4936	160.00	25,358.98
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	807.8819	177.00	142,995.10
03012200040006	VOLQUETE DE 15 M3	hm	475.4808	150.00	71,322.12
03012200050005	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145-165 HP 2000 GL	hm	96.0000	100.00	9,600.00
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	0.4020	150.00	60.30
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1,242.8184	9.44	11,732.21
0301330004	MOTOSIERRA	hm	72.5533	85.00	6,167.03
0301340001	ANDAMIO METALICO	día	2.2500	7.50	16.88

0301340001	ANDAMIO METALICO	día	2.2500	7.50	16.88
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	0.8040	150.00	120.60
03013900050001	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	0.4020	120.00	48.24
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1,242.8193	15.00	18,642.29
0348120002	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl	hm	1,000.6649	120.00	120,079.79
0348960009	CIZALLA	hm	405.3400	8.47	3,433.23
0349040023	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y	hm	265.4031	160.00	42,464.50
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	908.4493	180.00	163,520.87
0349070050	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	92.0000	5.73	527.16
					<b>658,658.52</b>
				<b>Total</b>	<b>SI.</b>
					<b>2,909,284.02</b>

## Anexo 05: Cálculo del flete terrestre

CÁLCULO DEL FLETE TERRESTRE					
PROYECTO:					
<b>"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL YENCALA LEON EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE Y SAN JOSE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE"</b>					
UBICACIÓN					
DISTRITO	:	SAN JOSE Y LAMBAYEQUE			
PROVINCIA	:	LAMBAYEQUE			
REGION	:	LAMBAYEQUE			
MATERIALES					
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PESO UNIT (KG.)	PESO PARCIAL	PESO TOTAL (KG)
ALAMB, CLAVOS Y FIERRO, SIKA	KG.	13,515.78	1.00	13,515.78	
CEMENTO PORTLAND TIPO V	BLS	22,790.59	42.50	968,600.16	
ASFALTO PEN 85-100	GLN.	27.30	5.00	136.50	
MADERA TORNILLO	P2=	6,150.33	1.50	9,225.49	
PINTURA, IMPRIMANTE Y THINER	GLN.	3,442.07	4.00	13,768.26	
YESO EN BOLSA 20KG	bol	3,391.62	20.00	67,832.33	
OTROS MAT. Y ACCESORIOS	KG.	750.00	1.00	750.00	
<b>TOTAL</b>					<b>1,073,828.52</b>

## Anexo 06: Metrados

HOJA DE METRADOS									
OBRA	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL YENCALA LEON EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE Y SAN JOSE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE								
UBICACIÓN	LAMBAYEQUE Y SAN JOSE								
Partidas	Descripción	Und.	N° Veces	N° Elem.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Altura		
<b>02</b>	<b>ESTRUCTURAS GENERALES</b>								
02.01	CANAL DE CONCRETO								
02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES								
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANDEO PRELIMINAR	m2							35,155.57
	Perimetro del canal		1.00		5,559.07	4.82		26,816.96	
	Camino de Vigilancia		1.00		5,559.07	1.50		8,338.61	
02.01.01.02	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO (e=0.20m) C/EQUIPO	m2							46,524.36
	0+000		1.00		0.00	6.45		0.00	
	0+020		1.00		20.00	6.48		129.64	
	0+040		1.00		20.00	6.53		130.68	
	0+060		1.00		20.00	6.71		134.22	
	0+080		1.00		20.00	6.81		136.10	
	0+100		1.00		20.00	7.04		140.80	
	0+120		1.00		20.00	6.99		139.80	
	0+140		1.00		20.00	7.94		158.80	
	0+140		1.00		20.00	7.94		158.80	
	0+160		1.00		20.00	7.97		159.40	
	0+180		1.00		20.00	7.81		156.14	
	0+200		1.00		20.00	7.45		148.98	
	0+220		1.00		20.00	8.48		169.60	
	0+240		1.00		20.00	9.64		192.80	
	0+260		1.00		20.00	9.42		188.40	
	0+280		1.00		20.00	10.71		214.20	
	0+300		1.00		20.00	9.49		189.80	
	0+320		1.00		20.00	8.77		175.40	
	0+340		1.00		20.00	8.56		171.24	
	0+360		1.00		20.00	8.44		168.74	
	0+380		1.00		20.00	8.40		167.90	
	0+400		1.00		20.00	8.22		164.34	
	0+420		1.00		20.00	8.16		163.28	
	0+440		1.00		20.00	7.97		159.38	
	0+460		1.00		20.00	7.87		157.34	
	0+480		1.00		20.00	7.91		158.22	
	0+500		1.00		20.00	8.17		163.30	
	0+520		1.00		20.00	7.99		159.88	
	0+540		1.00		20.00	8.14		162.84	
	0+560		1.00		20.00	8.22		164.42	
	0+580		1.00		20.00	7.99		159.88	
	0+600		1.00		20.00	7.54		150.86	

	0+620	1.00	20.00	7.33	146.64
	0+640	1.00	20.00	7.42	148.42
	0+660	1.00	20.00	7.60	152.06
	0+680	1.00	20.00	7.28	145.60
	0+700	1.00	20.00	7.56	151.24
	0+720	1.00	20.00	7.48	149.66
	0+740	1.00	20.00	7.35	147.02
	0+760	1.00	20.00	7.24	144.80
	0+780	1.00	20.00	7.11	142.26
	0+800	1.00	20.00	7.23	144.60
	0+820	1.00	20.00	7.55	150.92
	0+840	1.00	20.00	7.79	155.78
	0+860	1.00	20.00	8.41	168.26
	0+880	1.00	20.00	8.34	166.83
	0+900	1.00	20.00	8.07	161.37
	0+920	1.00	20.00	7.99	159.88
	0+940	1.00	20.00	8.11	162.26
	0+960	1.00	20.00	8.30	166.08
	0+980	1.00	20.00	8.11	162.24
	1+000	1.00	20.00	7.81	156.18
	1+020	1.00	20.00	7.92	158.42
	1+040	1.00	20.00	7.71	154.28
	1+060	1.00	20.00	8.12	162.42

	1+060	1.00	20.00	8.12	162.42
	1+080	1.00	20.00	8.51	170.22
	1+100	1.00	20.00	8.62	172.44
	1+120	1.00	20.00	8.56	171.14
	1+140	1.00	20.00	8.41	168.22
	1+160	1.00	20.00	8.36	167.10
	1+180	1.00	20.00	8.28	165.54
	1+200	1.00	20.00	8.14	162.88
	1+220	1.00	20.00	8.21	164.22
	1+240	1.00	20.00	8.13	162.66
	1+260	1.00	20.00	8.04	160.88
	1+280	1.00	20.00	7.99	159.80
	1+300	1.00	20.00	7.78	155.68
	1+320	1.00	20.00	9.77	195.40
	1+340	1.00	20.00	9.46	189.12
	1+360	1.00	20.00	8.45	168.92
	1+380	1.00	20.00	7.96	159.20
	1+400	1.00	20.00	7.67	153.48
	1+420	1.00	20.00	7.41	148.24
	1+440	1.00	20.00	7.48	149.58
	1+460	1.00	20.00	7.51	150.26
	1+480	1.00	20.00	7.62	152.46
	1+500	1.00	20.00	9.17	183.30
	1+520	1.00	20.00	8.15	162.96

	1+540	1.00	20.00	7.96	159.28
	1+560	1.00	20.00	7.83	156.60
	1+580	1.00	20.00	7.80	156.04
	1+600	1.00	20.00	7.88	157.66
	1+620	1.00	20.00	8.24	164.80
	1+640	1.00	20.00	8.51	170.28
	1+660	1.00	20.00	8.37	167.48
	1+680	1.00	20.00	8.55	170.94
	1+700	1.00	20.00	8.11	162.20
	1+720	1.00	20.00	8.17	163.46
	1+740	1.00	20.00	8.20	164.08
	1+760	1.00	20.00	8.05	160.90
	1+780	1.00	20.00	7.99	159.88
	1+800	1.00	20.00	8.05	160.94
	1+820	1.00	20.00	8.14	162.96
	1+840	1.00	20.00	8.21	164.22
	1+860	1.00	20.00	8.41	168.24
	1+880	1.00	20.00	8.71	174.28
	1+900	1.00	20.00	8.83	176.50
	1+920	1.00	20.00	9.01	180.22
	1+940	1.00	20.00	9.11	182.28
	1+960	1.00	20.00	9.24	184.82

	1+980	1.00	20.00	9.08	181.50
	2+000	1.00	20.00	9.54	190.80
	2+020	1.00	20.00	9.14	182.86
	2+040	1.00	20.00	9.48	189.66
	2+060	1.00	20.00	9.14	182.80
	2+080	1.00	20.00	9.25	184.92
	2+100	1.00	20.00	9.41	188.22
	2+120	1.00	20.00	9.62	192.48
	2+140	1.00	20.00	9.76	195.28
	2+160	1.00	20.00	9.53	190.68
	2+180	1.00	20.00	9.41	188.24
	2+200	1.00	20.00	9.46	189.26
	2+220	1.00	20.00	9.27	185.40
	2+240	1.00	20.00	9.32	186.36
	2+260	1.00	20.00	9.13	182.50
	2+280	1.00	20.00	9.08	181.54
	2+300	1.00	20.00	9.01	180.22
	2+320	1.00	20.00	8.90	177.98
	2+340	1.00	20.00	8.80	175.90
	2+360	1.00	20.00	8.88	177.68
	2+380	1.00	20.00	8.71	174.28
	2+400	1.00	20.00	8.76	175.16
	2+420	1.00	20.00	8.67	173.34
	2+440	1.00	20.00	8.51	170.28

Página 2

	2+440	1.00	20.00	8.51	170.28
	2+460	1.00	20.00	8.75	174.96
	2+480	1.00	20.00	8.99	179.80
	2+500	1.00	20.00	9.19	183.74
	2+520	1.00	20.00	9.47	189.42
	2+540	1.00	20.00	9.50	190.04
	2+560	1.00	20.00	9.01	180.28
	2+580	1.00	20.00	9.15	182.90
	2+600	1.00	20.00	9.22	184.40
	2+620	1.00	20.00	9.34	186.82
	2+640	1.00	20.00	9.27	185.48
	2+660	1.00	20.00	8.99	179.80
	2+680	1.00	20.00	8.79	175.72
	2+700	1.00	20.00	8.57	171.40
	2+720	1.00	20.00	8.31	166.20
	2+740	1.00	20.00	7.89	157.80
	2+760	1.00	20.00	7.14	142.84
	2+780	1.00	20.00	7.89	157.84
	2+800	1.00	20.00	9.14	182.84
	2+820	1.00	20.00	9.24	184.80
	2+840	1.00	20.00	9.54	190.86
	2+860	1.00	20.00	9.43	188.64
	2+880	1.00	20.00	9.11	182.20

	2+900	1.00	20.00	8.99	179.78
	2+920	1.00	20.00	8.78	175.60
	2+940	1.00	20.00	8.34	166.88
	2+960	1.00	20.00	8.20	164.02
	2+980	1.00	20.00	8.18	163.50
	3+000	1.00	20.00	8.35	166.90
	3+020	1.00	20.00	8.24	164.80
	3+040	1.00	20.00	8.31	166.28
	3+060	1.00	20.00	8.65	172.90
	3+080	1.00	20.00	8.74	174.84
	3+100	1.00	20.00	8.86	177.12
	3+120	1.00	20.00	8.74	174.82
	3+140	1.00	20.00	8.55	170.92
	3+160	1.00	20.00	8.66	173.22
	3+180	1.00	20.00	8.47	169.40
	3+200	1.00	20.00	8.54	170.82
	3+220	1.00	20.00	8.72	174.31
	3+240	1.00	20.00	8.57	171.50
	3+260	1.00	20.00	8.12	162.49
	3+280	1.00	20.00	8.34	166.80
	3+300	1.00	20.00	8.18	163.60
	3+320	1.00	20.00	8.75	175.00
	3+340	1.00	20.00	8.45	169.00
	3+360	1.00	20.00	8.33	166.64

	3+380	1.00	20.00	8.11	162.24
	3+400	1.00	20.00	7.92	158.44
	3+420	1.00	20.00	7.77	155.36
	3+440	1.00	20.00	7.84	156.80
	3+460	1.00	20.00	7.69	153.88
	3+480	1.00	20.00	7.45	149.00
	3+500	1.00	20.00	7.55	151.00
	3+520	1.00	20.00	7.62	152.40
	3+540	1.00	20.00	7.43	148.60
	3+560	1.00	20.00	7.54	150.80
	3+580	1.00	20.00	7.60	152.00
	3+600	1.00	20.00	7.42	148.40
	3+620	1.00	20.00	7.85	157.08
	3+640	1.00	20.00	7.92	158.48
	3+660	1.00	20.00	7.90	157.98
	3+680	1.00	20.00	8.11	162.21
	3+700	1.00	20.00	8.21	164.28
	3+720	1.00	20.00	8.42	168.30
	3+740	1.00	20.00	8.47	169.46
	3+760	1.00	20.00	8.57	171.43
	3+780	1.00	20.00	8.47	169.32
	3+800	1.00	20.00	8.45	169.02
	3+820	1.00	20.00	8.16	163.12

	3+840	1.00	20.00	8.07	161.50
	3+860	1.00	20.00	7.86	157.12
	3+880	1.00	20.00	7.74	154.82
	3+900	1.00	20.00	7.82	156.40
	3+920	1.00	20.00	8.07	161.42
	3+940	1.00	20.00	8.25	164.90
	3+960	1.00	20.00	7.85	157.04
	3+980	1.00	20.00	7.64	152.82
	4+000	1.00	20.00	7.57	151.43
	4+020	1.00	20.00	7.49	149.70
	4+040	1.00	20.00	7.69	153.70
	4+060	1.00	20.00	8.04	160.82
	4+080	1.00	20.00	8.12	162.34
	4+100	1.00	20.00	7.64	152.80
	4+120	1.00	20.00	7.42	148.30
	4+140	1.00	20.00	7.44	148.86
	4+160	1.00	20.00	7.58	151.50
	4+180	1.00	20.00	7.89	157.80
	4+200	1.00	20.00	8.21	164.28
	4+220	1.00	20.00	8.68	173.58
	4+240	1.00	20.00	8.77	175.48
	4+260	1.00	20.00	8.50	169.98
	4+280	1.00	20.00	8.57	171.34

	4+280	1.00	20.00	8.57	171.34
	4+300	1.00	20.00	8.94	178.88
	4+320	1.00	20.00	8.80	175.98
	4+340	1.00	20.00	8.97	179.48
	4+360	1.00	20.00	8.87	177.42
	4+380	1.00	20.00	8.68	173.58
	4+400	1.00	20.00	8.89	177.76
	4+420	1.00	20.00	8.97	179.42
	4+440	1.00	20.00	8.76	175.12
	4+460	1.00	20.00	8.47	169.42
	4+480	1.00	20.00	8.05	160.90
	4+500	1.00	20.00	7.89	157.80
	4+520	1.00	20.00	7.75	155.08
	4+540	1.00	20.00	7.99	159.72
	4+560	1.00	20.00	8.11	162.12
	4+580	1.00	20.00	8.49	169.80
	4+600	1.00	20.00	8.80	175.96
	4+620	1.00	20.00	8.91	178.14
	4+640	1.00	20.00	8.75	175.08
	4+660	1.00	20.00	8.54	170.84
	4+680	1.00	20.00	8.12	162.48
	4+700	1.00	20.00	8.02	160.42
	4+720	1.00	20.00	7.48	149.60

	4+740	1.00	20.00	7.35	146.90
	4+760	1.00	20.00	7.48	149.60
	4+780	1.00	20.00	7.68	153.66
	4+800	1.00	20.00	7.74	154.83
	4+820	1.00	20.00	7.78	155.50
	4+840	1.00	20.00	7.82	156.30
	4+860	1.00	20.00	8.00	160.04
	4+880	1.00	20.00	8.21	164.14
	4+900	1.00	20.00	8.17	163.30
	4+920	1.00	20.00	7.90	157.98
	4+940	1.00	20.00	7.82	156.48
	4+960	1.00	20.00	7.54	150.82
	4+980	1.00	20.00	7.41	148.24
	5+000	1.00	20.00	7.32	146.48
	5+020	1.00	20.00	7.59	151.83
	5+040	1.00	20.00	7.79	155.78
	5+060	1.00	20.00	8.01	160.12
	5+080	1.00	20.00	8.21	164.28
	5+100	1.00	20.00	8.45	169.04
	5+120	1.00	20.00	8.35	166.96
	5+140	1.00	20.00	8.64	172.84
	5+160	1.00	20.00	8.86	177.14
	5+180	1.00	20.00	9.12	182.30
	5+200	1.00	20.00	9.49	189.70

	5+220	1.00	20.00	9.88	197.66	
	5+240	1.00	20.00	8.66	173.24	
	5+260	1.00	20.00	9.05	180.94	
	5+280	1.00	20.00	9.41	188.24	
	5+300	1.00	20.00	9.52	190.36	
	5+320	1.00	20.00	9.52	190.48	
	5+340	1.00	20.00	9.61	192.29	
	5+360	1.00	20.00	9.46	189.26	
	5+380	1.00	20.00	9.32	186.48	
	5+400	1.00	20.00	9.15	182.92	
	5+420	1.00	20.00	9.38	187.56	
	5+440	1.00	20.00	9.46	189.12	
	5+460	1.00	20.00	9.54	190.86	
	5+480	1.00	20.00	9.62	192.42	
	5+500	1.00	20.00	9.41	188.26	
	5+520	1.00	20.00	9.61	192.14	
	5+540	1.00	20.00	9.49	189.74	
	5+559.095	1.00	19.10	9.59	183.06	
<b>2.01.01.03</b>	<b>DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES (m3)</b>				<b>9.51</b>	
	Talud	2.00	25.35	1.25	0.15	9.51

<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
<b>02.01.02.01</b>	<b>EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA OBRA</b>	<b>m3</b>			<b>Vol</b>		<b>9,729.31</b>
	0+010.00	1.00			0.00	0.00	
	0+020.00	1.00			15.67	15.67	
	0+040.00	1.00			30.88	30.88	
	0+060.00	1.00			24.62	24.62	
	0+080.00	1.00			21.85	21.85	
	0+100.00	1.00			18.02	18.02	
	0+110.00	1.00			9.71	9.71	
	0+120.00	1.00			10.01	10.01	
	0+140.00	1.00			17.30	17.30	
	0+160.00	1.00			14.38	14.38	
	0+180.00	1.00			18.49	18.49	
	0+200.00	1.00			26.02	26.02	
	0+220.00	1.00			25.73	25.73	
	0+240.00	1.00			23.52	23.52	
	0+260.00	1.00			20.45	20.45	
	0+280.00	1.00			44.33	44.33	
	0+300.00	1.00			56.94	56.94	
	0+320.00	1.00			40.96	40.96	
	0+340.00	1.00			39.12	39.12	
	0+360.00	1.00			27.43	27.43	
	0+380.00	1.00			25.61	25.61	
	0+400.00	1.00			29.10	29.10	

# Página 5

0+420.00	1.00	23.31	23.31
0+440.00	1.00	21.90	21.90
0+460.00	1.00	24.14	24.14
0+480.00	1.00	20.33	20.33
0+500.00	1.00	28.80	28.80
0+520.00	1.00	39.19	39.19
0+540.00	1.00	39.08	39.08
0+560.00	1.00	42.25	42.25
0+580.00	1.00	45.00	45.00
0+600.00	1.00	34.04	34.04
0+620.00	1.00	25.90	25.90
0+630.00	1.00	13.48	13.48
0+640.00	1.00	11.19	11.19
0+660.00	1.00	22.59	22.59
0+680.00	1.00	30.53	30.53
0+700.00	1.00	37.50	37.50
0+720.00	1.00	34.66	34.66
0+750.00	1.00	41.36	41.36
0+770.00	1.00	29.67	29.67
0+780.00	1.00	14.84	14.84
0+800.00	1.00	38.46	38.46
0+820.00	1.00	60.05	60.05
0+840.00	1.00	49.06	49.06

0+860.00	1.00	48.28	48.28
0+870.00	1.00	37.97	37.97
0+880.00	1.00	36.15	36.15
0+890.00	1.00	33.03	33.03
0+900.00	1.00	29.97	29.97
0+920.00	1.00	67.06	67.06
0+940.00	1.00	66.85	66.85
0+960.00	1.00	65.85	65.85
0+980.00	1.00	68.25	68.25
1+000.00	1.00	53.16	53.16
1+020.00	1.00	40.46	40.46
1+050.00	1.00	57.62	57.62
1+060.00	1.00	21.72	21.72
1+080.00	1.00	47.35	47.35
1+090.00	1.00	21.72	21.72
1+100.00	1.00	24.48	24.48
1+120.00	1.00	48.35	48.35
1+130.00	1.00	23.25	23.25
1+140.00	1.00	22.33	22.33
1+150.00	1.00	20.17	20.17
1+160.00	1.00	20.18	20.18
1+180.00	1.00	42.25	42.25
1+200.00	1.00	54.93	54.93

1+200.00	1.00	54.93	54.93
1+220.00	1.00	45.44	45.44
1+230.00	1.00	17.92	17.92
1+240.00	1.00	13.17	13.17
1+250.00	1.00	10.07	10.07
1+260.00	1.00	8.44	8.44
1+280.00	1.00	21.15	21.15
1+290.00	1.00	14.88	14.88
1+300.00	1.00	15.68	15.68
1+310.00	1.00	15.24	15.24
1+320.00	1.00	21.23	21.23
1+340.00	1.00	47.71	47.71
1+360.00	1.00	39.64	39.64
1+380.00	1.00	28.29	28.29
1+390.00	1.00	11.41	11.41
1+400.00	1.00	11.86	11.86
1+420.00	1.00	23.76	23.76
1+440.00	1.00	31.34	31.34
1+460.00	1.00	30.27	30.27
1+480.00	1.00	39.68	39.68
1+490.00	1.00	19.36	19.36
1+500.00	1.00	10.12	10.12
1+520.00	1.00	26.01	26.01
1+540.00	1.00	32.16	32.16

# Página 6

1+560.00	1.00	43.57	43.57
1+580.00	1.00	50.36	50.36
1+590.00	1.00	17.24	17.24
1+600.00	1.00	15.41	15.41
1+620.00	1.00	38.85	38.85
1+640.00	1.00	44.48	44.48
1+660.00	1.00	54.82	54.82
1+670.00	1.00	30.67	30.67
1+680.00	1.00	27.50	27.50
1+700.00	1.00	60.89	60.89
1+720.00	1.00	53.18	53.18
1+740.00	1.00	38.61	38.61
1+760.00	1.00	45.48	45.48
1+780.00	1.00	49.03	49.03
1+800.00	1.00	40.52	40.52
1+830.00	1.00	43.05	43.05
1+840.00	1.00	16.05	16.05
1+860.00	1.00	38.81	38.81
1+880.00	1.00	44.08	44.08
1+890.00	1.00	20.23	20.23
1+900.00	1.00	17.03	17.03
1+920.00	1.00	28.41	28.41
1+930.00	1.00	13.69	13.69

	1+940.00	1.00				21.84	21.84	
	1+970.00	1.00				64.48	64.48	
	2+000.00	1.00				43.11	43.11	
	2+020.00	1.00				20.25	20.25	
	2+040.00	1.00				32.70	32.70	
	2+070.00	1.00				63.23	63.23	
	2+080.00	1.00				15.82	15.82	
	2+100.00	1.00				34.59	34.59	
	2+120.00	1.00				38.80	38.80	
	2+140.00	1.00				56.88	56.88	
	2+160.00	1.00				70.27	70.27	
	2+180.00	1.00				58.52	58.52	
	2+200.00	1.00				56.05	56.05	
	2+220.00	1.00				65.43	65.43	
	2+240.00	1.00				55.44	55.44	
	2+270.00	1.00				52.18	52.18	
	2+280.00	1.00				10.29	10.29	
	2+300.00	1.00				16.24	16.24	
	2+310.00	1.00				12.23	12.23	
	2+320.00	1.00				14.35	14.35	
	2+350.00	1.00				30.02	30.02	
	2+360.00	1.00				9.44	9.44	
	2+380.00	1.00				30.32	30.32	

	2+390.00	1.00				16.20	16.20	
	2+400.00	1.00				11.25	11.25	
	2+420.00	1.00				25.75	25.75	
	2+440.00	1.00				34.55	34.55	
	2+460.00	1.00				37.03	37.03	
	2+480.00	1.00				32.88	32.88	
	2+500.00	1.00				34.27	34.27	
	2+520.00	1.00				40.73	40.73	
	2+540.00	1.00				35.13	35.13	
	2+560.00	1.00				35.20	35.20	
	2+570.00	1.00				27.89	27.89	
	2+580.00	1.00				27.96	27.96	
	2+600.00	1.00				42.87	42.87	
	2+620.00	1.00				55.68	55.68	
	2+640.00	1.00				60.19	60.19	
	2+660.00	1.00				41.10	41.10	
	2+680.00	1.00				26.67	26.67	
	2+700.00	1.00				14.03	14.03	
	2+720.00	1.00				19.05	19.05	
	2+740.00	1.00				23.88	23.88	
	2+760.00	1.00				21.08	21.08	
	2+780.00	1.00				33.21	33.21	
	2+810.00	1.00				84.20	84.20	

	2+820.00	1.00				35.71	35.71	
	2+840.00	1.00				63.61	63.61	
	2+860.00	1.00				49.81	49.81	
	2+880.00	1.00				66.62	66.62	
	2+900.00	1.00				72.96	72.96	
	2+910.00	1.00				24.67	24.67	
	2+920.00	1.00				22.88	22.88	
	2+940.00	1.00				42.40	42.40	
	2+960.00	1.00				40.73	40.73	
	2+980.00	1.00				39.38	39.38	
	3+000.00	1.00				32.11	32.11	
	3+020.00	1.00				29.17	29.17	
	3+040.00	1.00				25.68	25.68	
	3+060.00	1.00				18.73	18.73	
	3+080.00	1.00				24.82	24.82	
	3+100.00	1.00				30.40	30.40	
	3+120.00	1.00				29.87	29.87	
	3+130.00	1.00				14.10	14.10	
	3+140.00	1.00				11.84	11.84	
	3+160.00	1.00				23.15	23.15	
	3+170.00	1.00				10.88	10.88	
	3+180.00	1.00				13.18	13.18	
	3+210.00	1.00				43.65	43.65	

	3+230.00	1.00				22.95	22.95	
	3+240.00	1.00				12.81	12.81	
	3+260.00	1.00				27.58	27.58	
	3+280.00	1.00				17.19	17.19	
	3+300.00	1.00				9.65	9.65	
	3+320.00	1.00				13.73	13.73	
	3+340.00	1.00				14.80	14.80	
	3+360.00	1.00				20.18	20.18	
	3+380.00	1.00				30.29	30.29	
	3+400.00	1.00				24.94	24.94	
	3+420.00	1.00				15.77	15.77	
	3+440.00	1.00				21.22	21.22	
	3+460.00	1.00				39.66	39.66	
	3+480.00	1.00				55.13	55.13	
	3+500.00	1.00				46.08	46.08	
	3+520.00	1.00				29.64	29.64	
	3+540.00	1.00				25.00	25.00	
	3+550.00	1.00				10.38	10.38	
	3+560.00	1.00				10.45	10.45	
	3+590.00	1.00				53.48	53.48	
	3+600.00	1.00				21.95	21.95	
	3+620.00	1.00				35.21	35.21	
	3+650.00	1.00				54.91	54.91	

Página 7

	3+660.00	1.00				20.86	20.86	
	3+690.00	1.00				50.40	50.40	
	3+720.00	1.00				38.26	38.26	
	3+740.00	1.00				24.67	24.67	
	3+750.00	1.00				12.22	12.22	
	3+760.00	1.00				11.74	11.74	
	3+780.00	1.00				21.57	21.57	
	3+800.00	1.00				19.14	19.14	
	3+820.00	1.00				17.57	17.57	
	3+840.00	1.00				18.51	18.51	
	3+860.00	1.00				25.46	25.46	
	3+880.00	1.00				32.25	32.25	
	3+900.00	1.00				30.33	30.33	
	3+910.00	1.00				12.61	12.61	
	3+920.00	1.00				12.59	12.59	
	3+940.00	1.00				26.23	26.23	
	3+960.00	1.00				27.18	27.18	
	3+980.00	1.00				32.63	32.63	
	4+000.00	1.00				34.43	34.43	
	4+020.00	1.00				24.96	24.96	
	4+040.00	1.00				27.15	27.15	
	4+060.00	1.00				33.17	33.17	
	4+080.00	1.00				38.48	38.48	

	4+100.00	1.00				41.96	41.96	
	4+120.00	1.00				37.47	37.47	
	4+150.00	1.00				71.57	71.57	
	4+160.00	1.00				27.70	27.70	
	4+180.00	1.00				51.78	51.78	
	4+190.00	1.00				30.52	30.52	
	4+200.00	1.00				36.21	36.21	
	4+220.00	1.00				52.40	52.40	
	4+240.00	1.00				33.09	33.09	
	4+260.00	1.00				31.09	31.09	
	4+290.00	1.00				59.63	59.63	
	4+320.00	1.00				78.24	78.24	
	4+340.00	1.00				47.14	47.14	
	4+360.00	1.00				34.51	34.51	
	4+380.00	1.00				37.14	37.14	
	4+400.00	1.00				45.68	45.68	
	4+420.00	1.00				42.26	42.26	
	4+440.00	1.00				38.54	38.54	
	4+460.00	1.00				48.70	48.70	
	4+480.00	1.00				62.29	62.29	
	4+500.00	1.00				54.98	54.98	
	4+520.00	1.00				37.31	37.31	
	4+540.00	1.00				32.94	32.94	

Página 8

	4+560.00	1.00				28.16	28.16	
	4+580.00	1.00				26.26	26.26	
	4+600.00	1.00				35.36	35.36	
	4+620.00	1.00				33.32	33.32	
	4+640.00	1.00				70.52	70.52	
	4+660.00	1.00				62.04	62.04	
	4+680.00	1.00				2.49	2.49	
	4+700.00	1.00				3.50	3.50	
	4+720.00	1.00				13.04	13.04	
	4+740.00	1.00				26.22	26.22	
	4+760.00	1.00				36.51	36.51	
	4+770.00	1.00				14.66	14.66	
	4+780.00	1.00				9.06	9.06	
	4+800.00	1.00				11.46	11.46	
	4+820.00	1.00				19.44	19.44	
	4+840.00	1.00				19.04	19.04	
	4+860.00	1.00				8.09	8.09	
	4+880.00	1.00				11.03	11.03	
	4+900.00	1.00				9.61	9.61	
	4+920.00	1.00				6.47	6.47	
	4+940.00	1.00				8.41	8.41	
	4+960.00	1.00				8.87	8.87	
	4+980.00	1.00				9.31	9.31	

	4+980.00	1.00				9.31	9.31	
	5+000.00	1.00				11.48	11.48	
	5+020.00	1.00				13.25	13.25	
	5+040.00	1.00				12.81	12.81	
	5+060.00	1.00				15.17	15.17	
	5+080.00	1.00				19.02	19.02	
	5+100.00	1.00				18.81	18.81	
	5+120.00	1.00				20.05	20.05	
	5+140.00	1.00				23.51	23.51	
	5+160.00	1.00				21.12	21.12	
	5+180.00	1.00				22.30	22.30	
	5+200.00	1.00				28.60	28.60	
	5+220.00	1.00				28.27	28.27	
	5+240.00	1.00				32.25	32.25	
	5+260.00	1.00				35.98	35.98	
	5+280.00	1.00				43.11	43.11	
	5+300.00	1.00				54.49	54.49	
	5+320.00	1.00				58.32	58.32	
	5+340.00	1.00				58.15	58.15	
	5+360.00	1.00				49.79	49.79	
	5+380.00	1.00				44.00	44.00	
	5+400.00	1.00				44.98	44.98	
	5+420.00	1.00				47.41	47.41	
	5+440.00	1.00				49.28	49.28	

	5+460.00	1.00			55.49	55.49	
	5+480.00	1.00			57.59	57.59	
	5+500.00	1.00			45.69	45.69	
	5+520.00	1.00			44.42	44.42	
	5+540.00	1.00			57.35	57.35	
<b>02.01.02.03</b>	<b>REFINE, NIVELACION DE TERRENO NATURAL</b>	<b>m2</b>					<b>35,156.57</b>
	Perimetro del canal	1.00	5,559.07	4.82		26,816.96	
	Camino de Vigilancia	1.00	5,559.07	1.50		8,338.61	
<b>02.01.02.04</b>	<b>RELLENO, COMPACTADO CON AFIRMADO C/MAQ, PARA OBR</b>	<b>m3</b>					<b>2,009.31</b>
	0+010.00	1.00			0.00	0.00	
	0+020.00	1.00			3.19	3.19	
	0+040.00	1.00			5.96	5.96	
	0+060.00	1.00			10.14	10.14	
	0+080.00	1.00			21.11	21.11	
	0+100.00	1.00			32.57	32.57	
	0+110.00	1.00			14.37	14.37	
	0+120.00	1.00			12.66	12.66	
	0+140.00	1.00			30.17	30.17	
	0+160.00	1.00			26.62	26.62	
	0+180.00	1.00			21.68	21.68	
	0+200.00	1.00			16.40	16.40	

Página 9

	0+220.00	1.00			12.28	12.28	
	0+240.00	1.00			16.25	16.25	
	0+260.00	1.00			19.37	19.37	
	0+280.00	1.00			13.34	13.34	
	0+300.00	1.00			6.90	6.90	
	0+320.00	1.00			10.78	10.78	
	0+340.00	1.00			16.58	16.58	
	0+360.00	1.00			16.05	16.05	
	0+380.00	1.00			15.00	15.00	
	0+400.00	1.00			11.48	11.48	
	0+420.00	1.00			9.84	9.84	
	0+440.00	1.00			6.83	6.83	
	0+460.00	1.00			6.11	6.11	
	0+480.00	1.00			13.07	13.07	
	0+500.00	1.00			13.62	13.62	
	0+520.00	1.00			9.43	9.43	
	0+540.00	1.00			9.28	9.28	
	0+560.00	1.00			9.50	9.50	
	0+580.00	1.00			9.73	9.73	
	0+600.00	1.00			10.83	10.83	
	0+620.00	1.00			8.42	8.42	
	0+630.00	1.00			3.42	3.42	
	0+640.00	1.00			3.84	3.84	

	0+640.00	1.00			3.84	3.84	
	0+660.00	1.00			5.17	5.17	
	0+680.00	1.00			2.63	2.63	
	0+700.00	1.00			2.63	2.63	
	0+720.00	1.00			5.77	5.77	
	0+750.00	1.00			9.74	9.74	
	0+770.00	1.00			3.03	3.03	
	0+780.00	1.00			0.68	0.68	
	0+800.00	1.00			2.46	2.46	
	0+820.00	1.00			1.70	1.70	
	0+840.00	1.00			12.16	12.16	
	0+860.00	1.00			11.90	11.90	
	0+870.00	1.00			0.00	0.00	
	0+880.00	1.00			1.24	1.24	
	0+890.00	1.00			1.16	1.16	
	0+900.00	1.00			0.13	0.13	
	0+920.00	1.00			2.07	2.07	
	0+940.00	1.00			2.90	2.90	
	0+960.00	1.00			1.43	1.43	
	0+980.00	1.00			0.79	0.79	
	1+000.00	1.00			0.43	0.43	
	1+020.00	1.00			0.25	0.25	
	1+050.00	1.00			3.46	3.46	
	1+060.00	1.00			1.72	1.72	

	1+080.00	1.00			1.93	1.93	
	1+090.00	1.00			0.62	0.62	
	1+100.00	1.00			0.90	0.90	
	1+120.00	1.00			2.03	2.03	
	1+130.00	1.00			0.75	0.75	
	1+140.00	1.00			0.68	0.68	
	1+150.00	1.00			0.73	0.73	
	1+160.00	1.00			0.48	0.48	
	1+180.00	1.00			1.68	1.68	
	1+200.00	1.00			4.93	4.93	
	1+220.00	1.00			8.61	8.61	
	1+230.00	1.00			5.92	5.92	
	1+240.00	1.00			10.50	10.50	
	1+250.00	1.00			12.41	12.41	
	1+260.00	1.00			9.31	9.31	
	1+280.00	1.00			11.25	11.25	
	1+290.00	1.00			3.07	3.07	
	1+300.00	1.00			2.97	2.97	
	1+310.00	1.00			2.48	2.48	
	1+320.00	1.00			5.02	5.02	
	1+340.00	1.00			11.61	11.61	
	1+360.00	1.00			9.14	9.14	
	1+380.00	1.00			10.46	10.46	

Página 10

	1+390.00	1.00			3.85	3.85
	1+400.00	1.00			3.90	3.90
	1+420.00	1.00			8.36	8.36
	1+440.00	1.00			6.40	6.40
	1+460.00	1.00			6.22	6.22
	1+480.00	1.00			5.88	5.88
	1+490.00	1.00			4.43	4.43
	1+500.00	1.00			7.51	7.51
	1+520.00	1.00			15.05	15.05
	1+540.00	1.00			8.69	8.69
	1+560.00	1.00			5.44	5.44
	1+580.00	1.00			3.98	3.98
	1+590.00	1.00			2.47	2.47
	1+600.00	1.00			1.80	1.80
	1+620.00	1.00			1.31	1.31
	1+640.00	1.00			0.00	0.00
	1+660.00	1.00			0.00	0.00
	1+670.00	1.00			0.00	0.00
	1+680.00	1.00			0.22	0.22
	1+700.00	1.00			0.56	0.56
	1+720.00	1.00			1.74	1.74
	1+740.00	1.00			4.81	4.81
	1+760.00	1.00			3.16	3.16

	1+780.00	1.00			0.45	0.45
	1+800.00	1.00			4.43	4.43
	1+830.00	1.00			10.75	10.75
	1+840.00	1.00			3.72	3.72
	1+860.00	1.00			5.49	5.49
	1+880.00	1.00			2.10	2.10
	1+890.00	1.00			3.76	3.76
	1+900.00	1.00			5.89	5.89
	1+920.00	1.00			8.28	8.28
	1+930.00	1.00			2.36	2.36
	1+940.00	1.00			1.89	1.89
	1+970.00	1.00			9.89	9.89
	2+000.00	1.00			18.03	18.03
	2+020.00	1.00			14.30	14.30
	2+040.00	1.00			23.11	23.11
	2+070.00	1.00			34.60	34.60
	2+080.00	1.00			6.80	6.80
	2+100.00	1.00			13.58	13.58
	2+120.00	1.00			12.58	12.58
	2+140.00	1.00			7.50	7.50
	2+160.00	1.00			2.57	2.57
	2+180.00	1.00			2.56	2.56
	2+200.00	1.00			3.23	3.23

	2+220.00	1.00			5.72	5.72
	2+240.00	1.00			7.21	7.21
	2+270.00	1.00			10.30	10.30
	2+280.00	1.00			4.71	4.71
	2+300.00	1.00			13.80	13.80
	2+310.00	1.00			8.01	8.01
	2+320.00	1.00			7.46	7.46
	2+350.00	1.00			24.90	24.90
	2+360.00	1.00			8.82	8.82
	2+380.00	1.00			15.70	15.70
	2+390.00	1.00			6.37	6.37
	2+400.00	1.00			5.52	5.52
	2+420.00	1.00			12.23	12.23
	2+440.00	1.00			10.01	10.01
	2+460.00	1.00			5.49	5.49
	2+480.00	1.00			4.99	4.99
	2+500.00	1.00			11.84	11.84
	2+520.00	1.00			11.15	11.15
	2+540.00	1.00			6.10	6.10
	2+560.00	1.00			6.30	6.30
	2+570.00	1.00			4.22	4.22
	2+580.00	1.00			4.92	4.92
	2+600.00	1.00			6.33	6.33

	2+620.00	1.00			4.90	4.90
	2+640.00	1.00			11.54	11.54
	2+660.00	1.00			13.23	13.23
	2+680.00	1.00			13.17	13.17
	2+700.00	1.00			24.33	24.33
	2+720.00	1.00			24.27	24.27
	2+740.00	1.00			15.34	15.34
	2+760.00	1.00			7.94	7.94
	2+780.00	1.00			3.46	3.46
	2+810.00	1.00			3.24	3.24
	2+820.00	1.00			0.55	0.55
	2+840.00	1.00			1.84	1.84
	2+860.00	1.00			2.75	2.75
	2+880.00	1.00			2.02	2.02
	2+900.00	1.00			1.62	1.62
	2+910.00	1.00			2.25	2.25
	2+920.00	1.00			1.57	1.57
	2+940.00	1.00			0.87	0.87
	2+960.00	1.00			1.74	1.74
	2+980.00	1.00			3.85	3.85
	3+000.00	1.00			5.34	5.34
	3+020.00	1.00			7.43	7.43
	3+040.00	1.00			12.12	12.12

Página 11

	3+060.00	1.00				9.69	9.69	
	3+080.00	1.00				4.41	4.41	
	3+100.00	1.00				4.94	4.94	
	3+120.00	1.00				8.45	8.45	
	3+130.00	1.00				4.13	4.13	
	3+140.00	1.00				1.70	1.70	
	3+160.00	1.00				5.10	5.10	
	3+170.00	1.00				5.30	5.30	
	3+180.00	1.00				3.23	3.23	
	3+210.00	1.00				3.66	3.66	
	3+230.00	1.00				10.53	10.53	
	3+240.00	1.00				6.42	6.42	
	3+260.00	1.00				8.58	8.58	
	3+280.00	1.00				14.75	14.75	
	3+300.00	1.00				16.44	16.44	
	3+320.00	1.00				9.09	9.09	
	3+340.00	1.00				10.06	10.06	
	3+360.00	1.00				9.07	9.07	
	3+380.00	1.00				5.94	5.94	
	3+400.00	1.00				6.28	6.28	
	3+420.00	1.00				5.08	5.08	
	3+440.00	1.00				4.87	4.87	
	3+460.00	1.00				2.44	2.44	

	3+480.00	1.00				0.51	0.51	
	3+500.00	1.00				4.40	4.40	
	3+520.00	1.00				10.23	10.23	
	3+540.00	1.00				13.14	13.14	
	3+550.00	1.00				7.41	7.41	
	3+560.00	1.00				6.63	6.63	
	3+590.00	1.00				8.72	8.72	
	3+600.00	1.00				1.04	1.04	
	3+620.00	1.00				3.00	3.00	
	3+650.00	1.00				2.68	2.68	
	3+660.00	1.00				1.86	1.86	
	3+690.00	1.00				6.53	6.53	
	3+720.00	1.00				1.96	1.96	
	3+740.00	1.00				1.84	1.84	
	3+750.00	1.00				1.51	1.51	
	3+760.00	1.00				1.60	1.60	
	3+780.00	1.00				4.76	4.76	
	3+800.00	1.00				7.52	7.52	
	3+820.00	1.00				7.80	7.80	
	3+840.00	1.00				5.35	5.35	
	3+860.00	1.00				3.68	3.68	
	3+880.00	1.00				2.79	2.79	
	3+900.00	1.00				3.04	3.04	

Página 12

	3+910.00	1.00				3.13	3.13	
	3+920.00	1.00				3.73	3.73	
	3+940.00	1.00				8.34	8.34	
	3+960.00	1.00				8.72	8.72	
	3+980.00	1.00				5.64	5.64	
	4+000.00	1.00				4.67	4.67	
	4+020.00	1.00				5.61	5.61	
	4+040.00	1.00				4.07	4.07	
	4+060.00	1.00				1.60	1.60	
	4+080.00	1.00				0.49	0.49	
	4+100.00	1.00				0.36	0.36	
	4+120.00	1.00				0.41	0.41	
	4+150.00	1.00				0.08	0.08	
	4+160.00	1.00				0.00	0.00	
	4+180.00	1.00				0.01	0.01	
	4+190.00	1.00				1.51	1.51	
	4+200.00	1.00				1.48	1.48	
	4+220.00	1.00				0.02	0.02	
	4+240.00	1.00				0.96	0.96	
	4+260.00	1.00				3.02	3.02	
	4+290.00	1.00				3.12	3.12	
	4+320.00	1.00				0.00	0.00	
	4+340.00	1.00				2.05	2.05	

	4+360.00	1.00				5.02	5.02	
	4+380.00	1.00				5.34	5.34	
	4+400.00	1.00				4.64	4.64	
	4+420.00	1.00				4.58	4.58	
	4+440.00	1.00				3.53	3.53	
	4+460.00	1.00				4.42	4.42	
	4+480.00	1.00				5.01	5.01	
	4+500.00	1.00				4.60	4.60	
	4+520.00	1.00				4.02	4.02	
	4+540.00	1.00				3.87	3.87	
	4+560.00	1.00				5.96	5.96	
	4+580.00	1.00				5.72	5.72	
	4+600.00	1.00				2.34	2.34	
	4+620.00	1.00				9.41	9.41	
	4+640.00	1.00				15.25	15.25	
	4+660.00	1.00				16.45	16.45	
	4+680.00	1.00				32.10	32.10	
	4+700.00	1.00				25.05	25.05	
	4+720.00	1.00				5.37	5.37	
	4+740.00	1.00				3.60	3.60	
	4+760.00	1.00				0.97	0.97	
	4+770.00	1.00				2.23	2.23	
	4+780.00	1.00				3.79	3.79	

	4+800.00	1.00				10.21	10.21	
	4+820.00	1.00				10.58	10.58	
	4+840.00	1.00				9.24	9.24	
	4+860.00	1.00				15.04	15.04	
	4+880.00	1.00				20.10	20.10	
	4+900.00	1.00				18.73	18.73	
	4+920.00	1.00				15.40	15.40	
	4+940.00	1.00				13.86	13.86	
	4+960.00	1.00				9.36	9.36	
	4+980.00	1.00				4.74	4.74	
	5+000.00	1.00				3.90	3.90	
	5+020.00	1.00				3.64	3.64	
	5+040.00	1.00				2.17	2.17	
	5+060.00	1.00				1.99	1.99	
	5+080.00	1.00				9.62	9.62	
	5+100.00	1.00				13.21	13.21	
	5+120.00	1.00				5.37	5.37	
	5+140.00	1.00				1.66	1.66	
	5+160.00	1.00				4.49	4.49	
	5+180.00	1.00				4.88	4.88	
	5+200.00	1.00				3.53	3.53	
	5+220.00	1.00				5.41	5.41	
	5+240.00	1.00				5.61	5.61	

Página 13

	5+260.00	1.00				3.72	3.72	
	5+280.00	1.00				1.82	1.82	
	5+300.00	1.00				0.00	0.00	
	5+320.00	1.00				0.00	0.00	
	5+340.00	1.00				0.00	0.00	
	5+360.00	1.00				0.05	0.05	
	5+380.00	1.00				0.05	0.05	
	5+400.00	1.00				0.00	0.00	
	5+420.00	1.00				0.00	0.00	
	5+440.00	1.00				5.56	5.56	
	5+460.00	1.00				5.48	5.48	
	5+480.00	1.00				0.02	0.02	
	5+500.00	1.00				0.21	0.21	
	5+520.00	1.00				0.23	0.23	
	5+540.00	1.00				0.04	0.04	

<b>2.01.02.05</b>	<b>RELLENO, COMPACTADO CON OVER C/MAQ.</b>	<b>m3</b>						<b>6,025.41</b>
	Canal	1.00		5,559.07	Area=	0.89	4,969.81	
<b>2.01.02.06</b>	<b>RELLENO, COMPACTADO CON AFIRMADO C/MAQ.</b>	<b>m3</b>						<b>5,920.41</b>
	Canal	1.00		5,559.07	Area=	0.75	4,141.51	
	Camino de Vigilancia	1.00		5,559.07	Area=	0.32	1,778.90	

<b>02.01.02.07</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQ.</b>	<b>m3</b>		Esponjamiento	Vol. Total Corte	Vol. Total Relleno		<b>9,650.00</b>
		1.00	1.25	9,729.31	2,009.31		9,650.00	

<b>02.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>							
<b>02.01.03.01</b>	<b>CONCRETO F'C = 210 KG/CM2</b>	<b>m3</b>						<b>2,184.72</b>
	Canal	1.00		5,559.07	Area=	0.39	2,184.72	

<b>02.01.03.02</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>	<b>m2</b>						<b>538.86</b>
	Canal	1.00	1,853.02		2.91	0.10	538.86	

<b>02.01.04</b>	<b>JUNTAS</b>							
<b>02.01.04.01</b>	<b>JUNTAS WATER STOP</b>	<b>m</b>						<b>5,388.59</b>
	Canal	1.00	1,853.02		2.91		5,388.59	

<b>02.01.05</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>							
<b>02.01.05.01</b>	<b>ESCALINES CON F"G" D=3/4"</b>	<b>und</b>						<b>12.00</b>
		12.00					12.00	

Página 14

<b>02.01.06</b>	<b>CURADO</b>							
<b>02.01.06.01</b>	<b>CURADO DE CONCRETO</b>	<b>m2</b>						<b>16,165.78</b>
	Canal	1.00		5,559.07	2.91		16,165.78	



## Anexo 07: Cronograma

Item	Descripción Partida	Und.	Metrado	Rendimiento (Ru)	TiempoUnitario	FactorMultiplidad	Duracion (D=Tu/f)
01	OBRAS PROVISIONALES						
01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL, ALMACEN Y OFICINA PROVICIONAL DE LA OBRA	mes	6.00	1.00	6.00	6.00	1
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 5.0X3.0 M	und	1.00	1.00	1.00	1.00	1
01.03	TALA Y ELIMINACION DE ARBOLES Y ARBUSTOS C/EQUIPO	m2	8637.3	950	9.09	2.00	5
01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	1.00	1.00	1.00	1
01.05	AGUA PARA LA OBRA	mes	6.00	0.50	12.00	0.07	180
02	ESTRUCTURAS GENERALES						
02.01	CANAL DE CONCRETO						
02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	35155.57	500	70.31	4.00	18

02.01.01.02	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO (e=0.20m) C/EQUIPO	m2	46524.36	650	71.58	6.00	12
02.01.01.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES C/EQUIPO	m3	9.51	12.00	0.79	3.00	1
02.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA OBRA	m3	9,729.31	300.00	32.43	1.00	33
02.01.02.02	REFINE, NIVELACION DE TERRENO NATURAL	m2	35,155.57	350.00	100.44	3.00	34
02.01.02.03	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	2,009.31	500.00	4.02	1.00	5
02.01.02.04	RELLENO, COMPACTADO CON OVER C/MAQ.	m3	5,025.41	600.00	8.38	1.00	9
02.01.02.05	RELLENO, COMPACTADO CON AFIRMADO C/MAQ.	m3	5,920.41	500.00	11.84	1.00	12
02.01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,650.00	500.00	19.30	3.00	7
02.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
02.01.03.01	CONCRETO F´C= 210 Kg/cm2	m3	2,184.72	15.00	145.65	2.00	73
02.01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	537.86	20.00	26.89	1.00	27
02.01.04	JUNTAS						
02.01.04.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	5,388.59	120.00	44.90	2.00	23
02.01.05	CARPINTERIA METALICA						
02.01.05.01	ESCALINES CON F´G° D=3/4"	und	12.00	3.00	4.00	1.00	4
02.01.06	CURADO						
02.01.06.01	CURADO DE CONCRETO	m2	16,165.78	250.00	64.66	2.00	33
02.02	ESTRUCTURA DE CONTROL						

02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	11.07	500.00	0.02	3.00	1
02.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.02.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO PARA OBRAS DE ARTE	m3	3.27	3.50	0.93	1.00	1
02.02.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	1.51	500.00	0.00	1.00	0
02.02.02.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES C/EQUIPO	m3	1.69	12.00	0.14	1.00	1
02.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
02.02.03.01	SOLADOS f'c=100kg/cm2	m3	5.45	12	0.45	1.00	1
02.02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
02.02.04.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	4.31	15	0.29	2.00	1
02.02.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	6.21	20	0.31	1.00	1
02.02.04.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	52.39	250	0.21	1.00	1
02.02.05	JUNTAS						
02.02.05.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	3.5	120	0.03	1.00	1
02.02.06	CARPINTERIA METALICA						
02.02.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA TIPO ARMCO 0.60 X 1.10 X 1.40 M, SIST	und	1	2	0.50	1.00	1
02.02.07	CURADO						
02.02.07.01	CURADO DE CONCRETO	m2	8.62	250	0.03	1.00	1
02.03	PUNTES						

02.03.01	PUENTE TIPO LOSA + VEREDA L=5.00m (01 UND)						
02.03.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
02.03.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	86.4	500	0.17	3.00	1
02.03.01.01.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS ARTESANALES EXISTENTES C/EQUIPO	m2	36	18	2.00	3.00	1
02.03.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.03.01.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA PUENTES	m3	41.04	250	0.16	1.00	1
02.03.01.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL PDE PRESTAMO	m3	33.48	500	0.07	1.00	1
02.03.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9.45	500	0.02	1.00	1
02.03.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
02.03.01.03.01	FALSA ZAPATA						
02.03.01.03.01.01	FALSA ZAPATA f'c=100kg/cm2 + 30% PG DE 8" MAX	m3	3.24	12	0.27	3.00	1
02.03.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
02.03.01.04.01	ZAPATAS						
02.03.01.04.01.01	CONCRETO F'c= 210 Kg/cm2	m3	5.4	15	0.36	2.00	1
02.03.01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	28.8	20	1.44	1.00	2
02.03.01.04.01.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	406.58	250	1.63	1.00	2
02.03.01.04.01.04	CURADO DE CONCRETO	m2	5.4	250	0.02	2.00	1
02.03.01.04.02	PANTALLA DE ESTRIBO						
02.03.01.04.02.01	CONCRETO F'c= 210 Kg/cm2	m3	11.95	15	0.80	2.00	1

02.03.01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	54.67	20	2.73	1.00	3
02.03.01.04.02.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	588.75	250	2.36	1.00	3
02.03.01.04.02.04	CURADO DE CONCRETO	m2	54.67	250	0.22	2.00	1
02.03.01.04.03	LOSA						
02.03.01.04.03.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	9.45	15	0.63	2.00	1
02.03.01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	34.28	20	1.71	1.00	2
02.03.01.04.03.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	890.48	250	3.56	1.00	4
02.03.01.04.03.04	CURADO DE CONCRETO	m2	34.28	250	0.14	2.00	1
02.03.01.04.04	VEREDA						
02.03.01.04.04.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	2.2	15	0.15	2.00	1
02.03.01.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	11	20	0.55	1.00	1
02.03.01.04.04.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	744.6	250	2.98	1.00	3
02.03.01.04.04.04	CURADO DE CONCRETO	m2	11	250	0.04	2.00	1
02.03.01.05	JUNTA DE CONSTRUCCION						
02.03.01.05.01	JUNTA DE DILATACION ENTRE LOSA Y ESTRIBO	m	14.4	30	0.48	2.00	1
02.03.01.06	BARANDA						
02.03.01.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS METALICAS	und	2	3	0.67	1.00	1
02.03.01.07	PAVIMENTO						
02.03.01.07.01	RIEGO DE LIGA	m2	25	4000	0.01	3.00	1

02.03.01.07.02	CARPETA ASFALTICA E=5.00CM	m2	25	2000	0.01	3.00	1
02.03.01.08	VARIOS						
02.03.01.08.02	APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO E=90MM	und	2	1	2.00	1.00	2
02.03.01.08.03	TUBERIA PVC SAP DRENAJE	und	4	100	0.04	1.00	1
02.03.01.08.04	BRUÑA ROMPE AGUA	m	10	40	0.25	1.00	1
02.03.02	PUENTE TIPO LOSA SIN VEREDA L=5.00m (08 UND)						
02.03.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
02.03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	422.4	500	0.84	1.00	1
02.03.02.01.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURA DE CONCRETO EXISTENTES C/EQUIPO	m2	37.5	12	3.13	2.00	2
02.03.02.01.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS ARTESANALES EXISTENTES C/EQUIPO	m2	90	18	5.00	2.00	3
02.03.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.03.02.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA PUENTES	m3	133.76	250	0.54	1.00	1
02.03.02.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL PDE PRESTAMO	m3	109.12	500	0.22	1.00	1
02.03.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	246.4	500	0.49	1.00	1
02.03.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
02.03.02.03.01	FALSA ZAPATA						
02.03.02.03.01.01	FALSA ZAPATA f'c=100kg/cm2 + 30% PG DE 8" MAX	m3	10.56	12	0.88	1.00	1
02.03.02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
02.03.02.04.01	ZAPATAS						

02.03.02.04.01.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	17.6	15	1.17	1.00	2
02.03.02.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	140.8	20	7.04	2.00	4
02.03.02.04.01.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	1515.03	250	6.06	1.00	7
02.03.02.04.01.04	CURADO DE CONCRETO	m2	17.6	250	0.07	2.00	1
02.03.02.04.02	PANTALLA DE ESTRIBO						
02.03.02.04.02.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	25.34	15	1.69	1.00	2
02.03.02.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	272.49	20	13.62	2.00	7
02.03.02.04.02.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	2631.21	250	10.52	1.00	11
02.03.02.04.02.04	CURADO DE CONCRETO	m2	2179.88	250	8.72	2.00	5
02.03.02.04.03	LOSA						
02.03.02.04.03.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	61.6	15	4.11	1.00	5
02.03.02.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	228.64	20	11.43	1.00	12
02.03.02.04.03.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	4725.03	250	18.90	1.00	19
02.03.02.04.03.04	CURADO DE CONCRETO	m2	1829.12	250	7.32	2.00	4
02.03.02.05	JUNTA DE CONSTRUCCION						
02.03.02.05.01	JUNTA DE DILATACION ENTRE LOSA Y ESTRIBO	m	70.4	30	2.35	2.00	2
02.03.02.06	BARANDA						
02.03.02.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE BARANDAS METALICAS	und	16	3	5.33	2.00	3
02.03.02.07	PAVIMENTO						

02.03.02.07.01	RIEGO DE LIGA	m2	176	4000	0.04	1.00	1
02.03.02.07.02	CARPETA ASFALTICA E=5.00CM	m2	176	2000	0.09	1.00	1
02.03.02.08	VIARIOS						
02.03.02.08.02	APOYOS DE NEOPRENO REFORZADO E=90MM	und	16	1	16.00	2.00	8
02.03.02.08.03	TUBERIA PVC SAP DRENAJE	und	32	10	3.20	1.00	4
02.03.02.08.04	BRUÑA ROMPE AGUA	m	80	40	2.00	1.00	2
02.04	TOMAS LATERALES						
02.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
02.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	18	500	0.04	1.00	1
02.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.04.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO PARA OBRAS DE ARTE	m3	1.98	3.5	0.57	1.00	1
02.04.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	2.37	500	0.00	1.00	0
02.04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
02.04.03.01	SOLADOS f'c=100kg/cm2	m3	0.23	12	0.02	1.00	1
02.04.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO						
02.04.04.01	CONCRETO F'C= 210 Kg/cm2	m3	7.2	15	0.48	1.00	1
02.04.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	34.39	20	1.72	2.00	1
02.04.04.03	ACERO F'y = 4200 kg/cm2	kg	110.83	250	0.44	1.00	1
02.04.05	JUNTAS						

02.04.05.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	9.16	120	0.08	1.00	1
02.04.06	CARPINTERIA METALICA						
02.04.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE COMPUERTA TIPO ARMCO 0.50 X 0.60 X 1.40 M.	und	2	2	1.00	1.00	1
02.04.07	CURADO						
02.04.07.01	CURADO DE CONCRETO	m2	34.39	250	0.14	1.00	1
02.05	TRANSICIONES						
02.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
02.05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	7.8	500	0.02	1.00	1
02.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.05.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO C/MAQ. PARA PUENTES	m3	1.15	250	0.00	1.00	0
02.05.02.02	RELLENO, COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	0.87	500	0.00	1.00	0
02.05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE						
02.05.03.01	CONCRETO F' C= 210 Kg/cm2	m2	0.66	15	0.04	1.00	1
02.05.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	6.46	20	0.32	1.00	1
02.05.04	JUNTAS						
02.05.04.01	JUNTAS WATER STOP, E=1"	m	6.75	120	0.06	1.00	1
02.05.05	CURADO						
02.05.05.01	CURADO DE CONCRETO	m2	4.36	250	0.02	1.00	1
03	HITOS KILEMETRICOS						

Página 5

Página 11

03.01	HITOS KILOMÉTRICOS	und	6	5	1.20	1.00	2
04	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL						
04.01	RESTAURACION DE AREA AFECTADA POR CAMPAMENTO	m2	200	200	1.00	1.00	1
04.02	RESTAURACION DE AREAS OCUPADAS POR PREPARACION DE CONCRETO	m2	180	1200	0.15	1.00	1
04.03	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	9905.85	1200	8.25	2.00	5
04.04	REVEGETACION DE AREAS AFECTADAS	ha	1	600	0.00	1.00	0
05	PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD						
05.01	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD						
05.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL						
05.01.01.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1	1	1.00	1.00	1
05.01.01.02	INSTALACION DE BOTIQUIN DE EMERGENCIA	und	1	10	0.10	1.00	1
05.01.01.03	INSTALACION DE EXTINTOR TIPO DE POLVO PQS DE 6kg	und	1	10	0.10	1.00	1
05.01.02	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD						
05.01.02.01	LETRERO DE SEÑALES DE USO SEGURO	und	5	3	1.67	1.00	2
05.01.02.02	LETRERO DE PRIHIBICION	und	5	3	1.67	1.00	2
05.01.02.03	SEÑALIZACION TEMPORAL CON MALLA DE SEGURIDAD	m	1240	250	4.96	2.00	3
05.01.02.04	SEÑALIZACION TEMPORAL CON CINTA DE SEGURIDAD	m	4659.07	450	10.35	2.00	6
06	FLETE TERRESTRE						
06.01	FLETE TERRESTRE MATARIALES	glb	1	1	1.00	1.00	1

## Anexo 08: Cálculos de diseño

### 1. DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL

#### 1.1. CALCULO HIDRÁULICO

##### Nota:

Los parámetros utilizados en el análisis del diseño hidráulico se han considerado en función a:

1. Caudal =  $0.60 \text{ m}^3 / \text{seg.}$ , proporcionado por la comisión de regantes de agua Lambayeque.
2. Talud 1:1, las pendientes laterales en canales según tipo de suelo, del **MANUAL: CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO HIDRICO**, de la **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**.
3. Rugosidad =  $0.014$ , corresponde para canales de concreto.
4. Las pendientes mínimas y máximas corresponden al levantamiento topográfico del terreno de estudio.

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar:	LAMBAYEQUE	Proyecto:	MEJORAMIENTO DEL SERVI
Tramo:	0+000 AL 5+559.095	Revestimiento:	CONCRETO

**Datos:**

Caudal (Q):	0.6	m <sup>3</sup> /s
Talud (Z):	1	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.001	m/m

**Resultados:**

Tirante (y):	0.5769	m	Ancho de solera (b):	0.4779	m
Perímetro (p):	2.1096	m	Área hidráulica (A):	0.6085	m <sup>2</sup>
Radio hidráulico (R):	0.2884	m	Espejo de agua (T):	1.6317	m
Velocidad (v):	0.9861	m/s	Número de Froude (F):	0.5155	
Energía específica (E):	0.6264	m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	Subcrítico	

Calculador   Limpiar Pantalla   Imprimir   Menú Principal   Calculadora

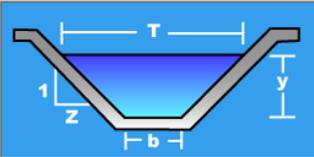
De acuerdo al criterio de máxima eficiencia hidráulica usamos un ancho de solera  $b = 0.50 \text{ m}$ .

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **LAMBAYEQUE** Proyecto: **MEJORAMIENTO DEL SERV**  
Tramo: **0+000 AL 5+559.095** Revestimiento: **CONCRETO**

**Datos:**

Caudal (Q): **0.6** m<sup>3</sup>/s  
Ancho de solera (b): **0.5** m  
Talud (Z): **1**  
Rugosidad (n): **0.014**  
Pendiente (S): **0.001** m/m



**Resultados:**

Tirante normal (y): **0.5691** m Perímetro (p): **2.1098** m  
Área hidráulica (A): **0.6085** m<sup>2</sup> Radio hidráulico (R): **0.2884** m  
Espejo de agua (T): **1.6383** m Velocidad (v): **0.9860** m/s  
Número de Froude (F): **0.5166** Energía específica (E): **0.6187** m-Kg/Kg  
Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

### Borde libre:

Para su cálculo se usó el **MANUAL: CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO HIDRICO**, de la **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA**, del cual en la página 16, Ítem Borde libre se usará la siguiente tabla:

Tabla Nº 11 -. Borde libre en función del caudal

Caudal m3/seg	Revestido (cm)	Sin revestir (cm)
≤ 0.05	7.5	10.0
0.05 – 0.25	10.00	20.0
0.25 – 0.50	20.0	40.0
0.50 – 1.00	25.0	50.0
> 1.00	30.0	60.0

Fuente: Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico N- 7 "Consideraciones sobre Canales Trapezoidales" Lima 1978

De acuerdo a la tabla se asume un **borde libre = 25 cm**

### NOTA:

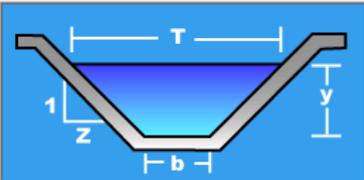
*Como se observa es una velocidad que no produce sedimentación ni erosión, se debe tener en cuenta que una velocidad menor de 0.9m/s produce sedimentación y la máxima que no produce erosión es de 3 m/seg.*

Entonces, de acuerdo al criterio de máxima eficiencia hidráulica, se usa la pendiente máxima que presenta el diseño, el cual se verifica que si se encuentra en el rango de velocidad máxima admisible.

Diseño para una sección trapezoidal de máxima eficiencia hidráulica

Lugar: **LAMBAYEQUE** Proyecto: **MEJORAMIENTO DEL SERV**  
 Tramo: **0+000 AL 5+559.095** Revestimiento: **CONCRETO**

**Datos:**  
 Caudal (Q): **0.6** m<sup>3</sup>/s  
 Talud (Z): **1**  
 Rugosidad (n): **0.014**  
 Pendiente (S): **0.0041** m/m



**Resultados:**

Tirante (y):	<b>0.4428</b> m	Ancho de solera (b):	<b>0.3668</b> m
Perímetro (p):	<b>1.6192</b> m	Area hidráulica (A):	<b>0.3585</b> m <sup>2</sup>
Radio hidráulico (R):	<b>0.2214</b> m	Espejo de agua (T):	<b>1.2524</b> m
Velocidad (v):	<b>1.6738</b> m/s	Número de Froude (F):	<b>0.9989</b>
Energía específica (E):	<b>0.5856</b> m-Kg/Kg	Tipo de flujo:	<b>Subcrítico</b>

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

## 1.2. DISEÑO ESTRUCTURAL

### Datos para el Diseño Estructural

#### Nota:

Los parámetros utilizados en el análisis del diseño estructural se han considerado en función a:

1. Peso específico de sólidos ( $\gamma_s$ ) = 1.9 tn/m<sup>3</sup>, debido a que el terreno será mejorado por Afirmado y Over, se consideró un Peso Específico ( $\gamma_s$ ), de acuerdo, a la siguiente tabla:

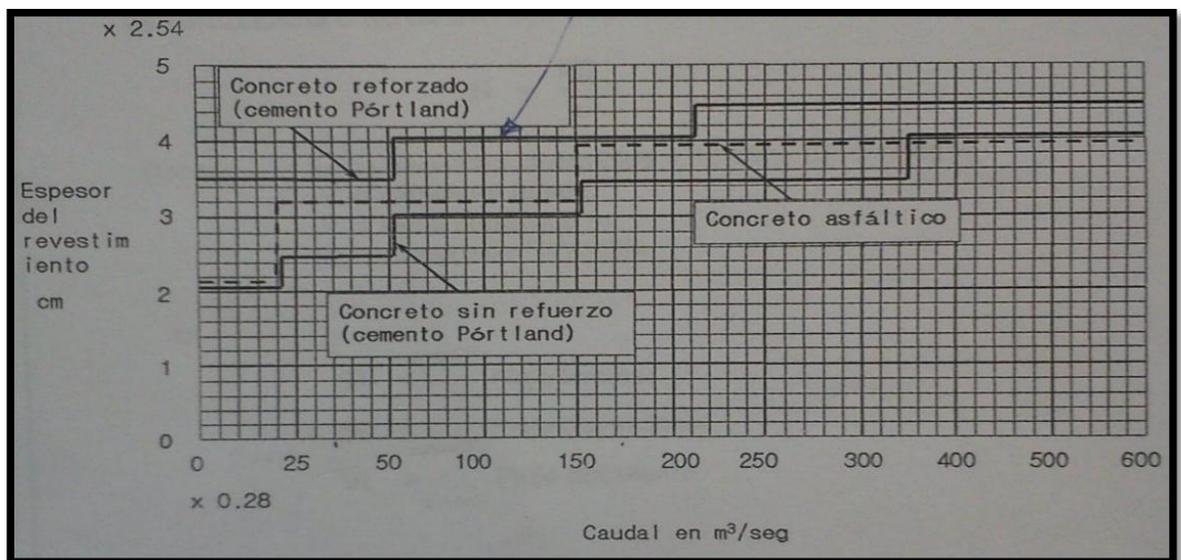
Textura del suelo	Angulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	peso específico ( $\gamma_s$ ), kg/m <sup>3</sup>
Grava	35° - 45°	1,730 - 2,200
Arena Fina	30° - 35°	1,570
Arena media	35° - 40°	1,570 - 1,730
Arena gruesa	35° - 40°	1,570 - 1,730

Por ser Over un tipo de grava y el afirmado un tipo de arena gruesa, entonces se tomó el peso específico de del mayor.

2. Sobre carga (S/c) = 1.0 tn/m<sup>2</sup>, se optó por este valor debido que es óptimo para este tipo de diseños.
3. f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>, proporcionado por los resultados de Mecánica de suelos.

### ESPESOR DE LOSAS

ESPESOR DE LOSA LATERAL, POR METODO GRAFICO. Q vs e



Como:  $Q = 0.6 \frac{m^3}{s}$

$e_l = 5.207$

**se asume:  $e_l = 10 \text{ cm}$**

### ESPESOR DE LOSA DE PISO, CANAL

$e_p = e_l \sqrt{2}$

$e_p = 5.207 \sqrt{2}$

$e_p = 7.36$

**$e_p \cong 7.5 \text{ cm}$**

**Del cual se asumirá  $e_p = 0.10$**

### MOMENTO DE VUELCO

$M_V = E Y$

**HALLANDO EMPUJE (E) y (Y).**

$$E = \frac{1}{2} Ca \delta_s H (H^2 + 2h)$$

$$Y = \frac{H^2 + 3Hh'}{3(H + 2h')}$$

✓ **HALLANDO H**

$$H = f_b + Y_n + 0.5 e_p$$

$$H = 0.25 + 0.60 + 0.5(0.10)$$

$$H = 0.9 \text{ m}$$

✓ **HALLANDO h'**

$$h' = \frac{S_c}{\delta_s}$$

$$h' = \frac{1000}{1900}$$

$$h' = 0.53$$

✓ **HALLANDO Ca**

$$Ca = \left( \frac{\frac{\text{sen}(\alpha - \phi)}{\text{sen} \alpha}}{\sqrt{\text{sen}(\delta + \alpha)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi) \times \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \beta)}}} \right)^2$$

Donde:

$\alpha$ : Angulo que forma el talud del terraplen

$\beta$ : Angulo que forma el talud superficial

$\phi$ : Angulo de rozamiento interno (suelo – suelo)

$\delta$ : Angulo de friccion (suelo – losa)

Calculamos los ángulos:

$\alpha$ : Como se tiene un talud de 1:1 el Angulo que se forma el talud del terraplén es de valor:  $\alpha = 45^\circ$

$\beta$ : Como el canal no se encuentra adyacente a un cerro el valor de  $\beta = 0^\circ$

$\phi$ : se calculó mediante la **Tabla A.5**; Como el suelo debido a la mecánica de suelos se recomienda un mejoramiento ( se utilizara afirmado = 0.20m y Over = 0.20m) entonces el ángulo  $\phi = 35^\circ$

$\delta$ : Su valor de  $\delta = 0^\circ$ , porque el "E" siempre actuara en un plano suelo – suelo. También porque así diseñamos para un criterio crítico, en el cual se consigue el valor "E" sea mayor al que verdaderamente

se calcula.

Reemplazando:

$$Ca = \left( \frac{\frac{\operatorname{sen}(45^\circ - 35^\circ)}{\operatorname{sen} 45^\circ}}{\sqrt{\operatorname{sen}(0^\circ + 45^\circ)} + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(0^\circ + 35^\circ) \times \operatorname{sen}(35^\circ - 0^\circ)}{\operatorname{sen}(45^\circ - 0^\circ)}}} \right)^2$$

$$Ca = 0.0274$$

$$Ca = \mathbf{0.027}$$

**REEMPLAZANDO EN EMPUJE**

$$E = \frac{1}{2} ca \delta_s H (H^2 + 2h')$$

$$E = \frac{1}{2} \times 0.027 \times 1.9 \times 0.9 (0.9^2 + 2 \times 0.53)$$

$$E = \mathbf{0.043 \text{ tn}}$$

**REEMPLAZANDO EN Y**

$$Y = \frac{(H^2 + 3Hh')}{3(H^2 + 2h')}$$

$$Y = \frac{(0.925^2 + 3 \times 0.925 \times 0.53)}{3(0.925^2 + 2 \times 0.53)}$$

$$Y = \mathbf{0.40 \text{ m}}$$

**HALLANDO MOMENTO DE VUELCO**

$$M_v = E Y$$

$$M_v = 0.043 \times 0.40$$

$$M_v = \mathbf{0.0172 \text{ Tn} - \text{m}}$$

**MOMENTO RESISTENTE**

$$M_r = \frac{1}{2} e_l \delta_s H^2 \left( \frac{\operatorname{Cos} \alpha}{\operatorname{Sen}^2 \alpha} \right)$$

Tomamos aquí

$$\delta_s = 1.9 \text{ Tn/m}^3$$

$$e_l = 0.05207 \text{ m}$$

$$H = 0.9$$

$$\alpha = 45^\circ$$

**REEMPLAZANDO**

$$M_r = \frac{1}{2} e_l \delta_s H^2 \left( \frac{\operatorname{Cos} \alpha}{\operatorname{Sen}^2 \alpha} \right)$$

$$M_r = \frac{1}{2} \times 0.05207 \times 1.9 \times 0.9^2 \left( \frac{\operatorname{Cos} 45^\circ}{\operatorname{Sen}^2 45^\circ} \right)$$

$$M_r = \mathbf{0.063 \text{ Tn} - \text{m}}$$

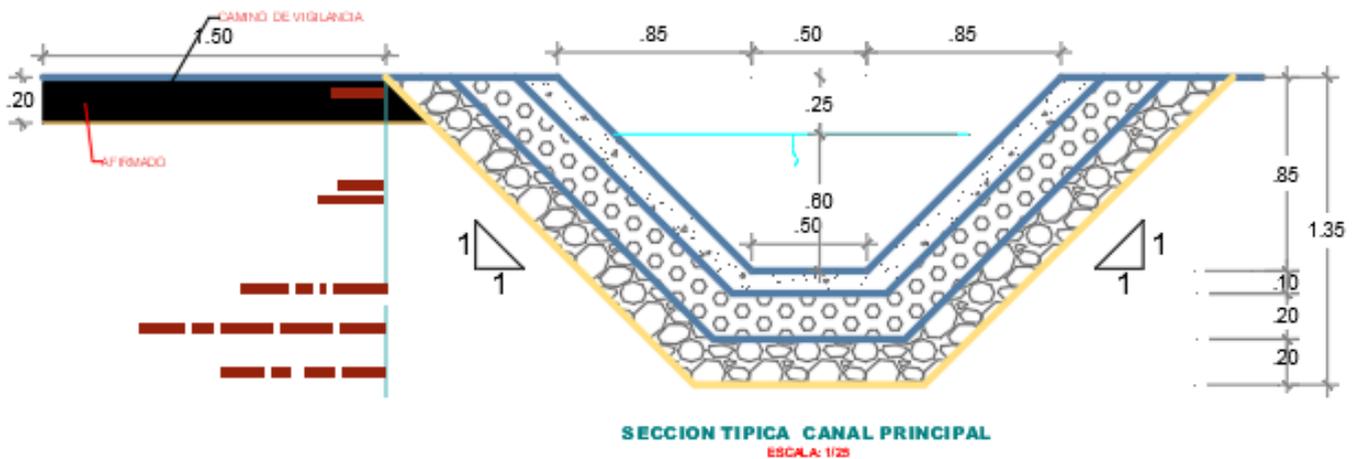
**COMPARANDO**

$$M_v < M_r$$

$0.0172 \text{ tn} - \text{m} < 0.063 \text{ tn} - \text{m} \dots \text{No requiere refuerzo}$

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Según los resultados del estudio de mecánica de suelos se optó por un canal de sección trapezoidal, debido a que los terrenos en estudio predominan las siguientes texturas: “CL” (arcillas de mediana plasticidad), “SM-SC” (arenas limoarcillosa), “SM” (arenas limosas) y “SW-SM” (arena mal graduadas).
- De acuerdo al diseño Hidráulico se obtuvo los siguientes parámetros: Ancho de solera = 0.50 m, Tirante Normal = 0.60 m, Borde Libre = 0.25 m y velocidades de  $V_{\min} = 0.99$  y  $V_{\max} = 3.04$ , las cuales se encuentran entre los rangos permisibles para no tener sedimentaciones y erosiones.
- De acuerdo al diseño estructural se obtuvo que el canal diseñado no requiere de refuerzo y su espesor es de 0.10m.



### 1.3. CALCULO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURA DE CONTROL Y TOMAS LATERALES

#### 1.3.1. CALCULO HIDRAULICO COMPUERTA ESTRUCTURA DE CONTROL Y TOMAS LATERALES

**Las estructuras de control** en canales de riego, sirven para mantener niveles hacia aguas arriba, para efectuar las derivaciones necesarias, así como entregar gastos hacia aguas abajo de la estructura, para satisfacer

las necesidades que las superficies localizadas posteriormente demanden.

Generales se diseñarán de acuerdo a las condiciones topográficas que presente la rasante del canal alimentador y el canal derivado

**Tomas laterales**, las mismas que cumplen la función de derivar el agua de la línea de conducción (canal) hacia los terrenos a irrigar, las que contarán con una compuerta tipo hizaje para la regulación de volumen a captar estos se colocarán según la necesidad o a la cantidad de hectárea a irrigar.

Para el cálculo hidráulico de la estructura de control y tomas laterales se ha hecho en el software "HCANALES", el software utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

- b= ancho de la compuerta (m)
- a= abertura de la compuerta (m)
- y<sub>1</sub>= tirante aguas arriba compuerta (m)
- C<sub>d</sub>= Coeficiente de descarga
- C<sub>c</sub>= coeficiente contracción
- C<sub>v</sub>= Coeficiente velocidad

Los datos introducidos al software se han determinado del plano (EC – 01 y TL-01) de los cuales se tiene los siguientes resultados:

## Imagen 01: calculo hidráulico compuerta Estructura de Control

Cálculos en compuertas y orificios

Compuerta
Orificio

**Datos de la compuerta:**

Ancho de la compuerta (b):  m

Tirante aguas arriba (y1):  m

Abertura de la compuerta (a):  m

Coefficiente de contracción (Cc):

**Ecuaciones:**

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

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

para fines prácticos:  
 $C_c = 0.62$   
 $C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$

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

**Elementos de una compuerta**

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

**Resultados:**

Coefficiente de velocidad (Cv):

Coefficiente de descarga (Cd):

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

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Activa la calculadora 10:30 21/06/2020

## Imagen 02: calculo hidráulica compuerta Toma Lateral

Cálculos en compuertas y orificios

Compuerta
Orificio

**Datos de la compuerta:**

Ancho de la compuerta (b):  m

Tirante aguas arriba (y1):  m

Abertura de la compuerta (a):  m

Coefficiente de contracción (Cc):

**Ecuaciones:**

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

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

para fines prácticos:  
 $C_c = 0.62$   
 $C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$

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

**Elementos de una compuerta**

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

**Resultados:**

Coefficiente de velocidad (Cv):

Coefficiente de descarga (Cd):

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

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Limpia la pantalla para realizar nuevos cálculos 21:05 23/06/2020

Del cálculo de las estructuras, se puede concluir lo siguiente:

**Estructura de control:**

- Esta estructura se encuentra ubicada en el km 0+000
- El canal aductor es de sección rectangular, con dimensiones internas de 1.05x1.40m
- Se ha diseñado una compuerta con dimensiones 0.60x1.40m con una abertura máxima de 0.70m, lo cual es suficiente para el caudal de diseño de 0.60m<sup>3</sup> que debe pasar para irrigar aguas abajo de la toma de control tal como se muestra en el cuadro de resultados en la imagen 01
- Las características geométricas y estructurales se muestran en el plano anexo Estructura de Control (EC-01)

**Toma Lateral:**

- Estas estructuras se encuentran ubicadas: toma lateral 01 km 5+120, toma lateral 02 km 5+385
- Son típicas las cuales tienen una compuerta con dimensiones de 0.50x0.70m con una abertura máxima de 0.55m, la cual puede pasar un caudal hasta 0.48m<sup>3</sup>, tal como se muestra en la imagen 02
- Las características geométricas y estructurales se muestran en el plano anexo Toma Lateral (TL-01)

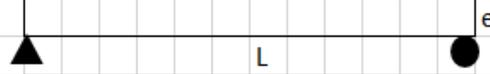
## 1.4. CALCULO HIDRÁULICO DEL DISEÑO DE PUENTE DE LOSA

### DISEÑO DE PUENTE TIPO LOSA

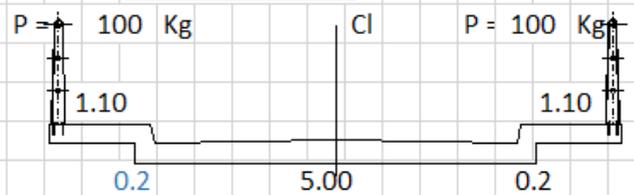
#### 1. Datos del Puente

Luz de Cálculo del puente :	5.00 m	Concreto $f'c$ :	210	Kg/cm <sup>2</sup>
Numero de carriles :	2	Acero $f'y$ :	4200	Kg/cm <sup>2</sup>
Longitud de calzada :	7.20 m	$\gamma_{asfalto}$ :	2240	Kg/cm <sup>3</sup>
Asfalto 2" :	0.05 m	$\gamma_{concreto}$ :	2400	Kg/cm <sup>3</sup>

#### Seccion Longitudinal



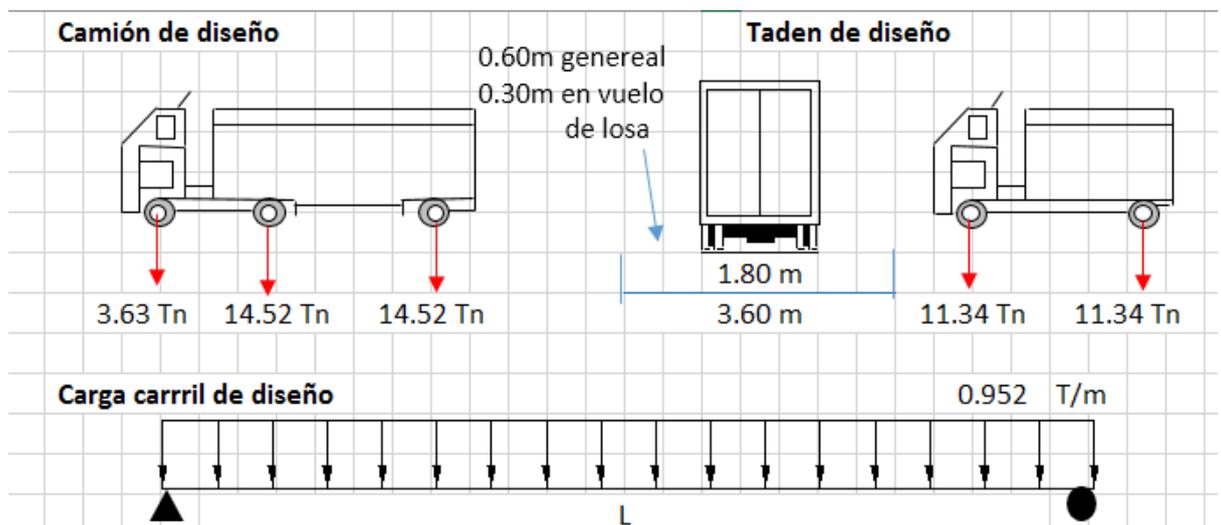
#### Seccion Transversal



- Notas:
1. Se utiliza para el diseño la Norma Técnica AASHTO y LRFD
  2. Momento último de diseño

#### CARACTERÍSTICAS DEL CAMIÓN TIPO HL-93





## 2. Predimensionado

Losa:

Siendo el acero principal paralelo al tráfico es posible tomar de referencia como versiones del AASHTO, la expresión:

$$e = \frac{1.2(S + 3)}{30} = \frac{1.2(5 + 3)}{30} = 0.32 \quad \text{asumimos : } e = 0.35 \text{ m}$$

## 3. Diseño de franja interior (1.0m de ancho)

### 3.1.- Momentos de flexión por cargas

Carga muerta (DC):

$$w_{losa} : 0.35 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 0.84 \text{ T/m}$$

$$M_{DC} = \frac{w_{losa} L^2}{8} = \frac{0.84 (5)^2}{8} = 2.63 \text{ T-m}$$

Carga por superficie de rodadura (DW):

$$w_{asf} : 0.05 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2.24 \text{ T/m}^3 = 0.11 \text{ T/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{asf} L^2}{8} = \frac{0.11 (5)^2}{8} = 0.35 \text{ T-m}$$

Carga viva (LL):

De la tabla **APÉNDICE LL-B**, para vehículo HL-93, y con la consideración de carga dinámica (33%) en estado límite de Resistencia I:

$$M_{LL+IM} = 32.13 \text{ T-m}$$

Siendo:  $L = 5.00 \text{ m} > 4.6 \text{ m}$  Se aplica una ancho de faja E para la carga viva

Teniendo: 2 carriles

$$E = 2.1 + 0.12VLW \leq W/N$$

$$E = 2.82$$

$$M_{LL+IM} = \frac{32.13 \text{ T-m}}{2.82} = 11.39 \text{ Tn-m}$$

### 3.2.- Momentos de Diseño (Mu)

Carga	Tipo	M(+)
Losa + barrera	DC	2.63
Asfalto	DW	0.35
Carga Viva	LL + IM	11.39

Para el Diseño por Estado Límite de Resistencia I,  
con  $n = nDnRnl = 1$ :

$$Mu = n[(1.25 \text{ ó } 0.9)MDC + (1.50 \text{ ó } 0.65)MDW + 1.75M(LL+I)]$$

(MTC Tabla 2.4.5.3.1-1)

$$Mu = 1.25 \times 2.63 + 1.50 \times 0.35 + 1.75 \times \text{####} = 23.75 \text{ T-m}$$

### 3.3.- Cálculo del acero

#### As principal paralelo al tráfico

$$\phi \text{ varilla} = \# \text{ " } \text{ rec} = 2.50 \text{ cm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad A_s = \frac{Mu}{0.9 f_y (d - a/2)}$$



$$z = 2.50 + \frac{2.54}{2} = 3.77 \text{ cm}$$

$$d = 35 - 3.77 = 31.2 \text{ cm}$$

$$Mu = 23.75 \text{ Tn-m} \quad \text{Asumiendo } a = d/5, \text{ con } d = 31.23 \text{ cm}$$

a	6.25	5.26	5.17	5.16	5.16
As (+)	22.35	21.96	21.93	21.93	21.93

$$\longrightarrow As = 21.93 \text{ cm}^2$$

$$\text{La separación será: } s = \frac{5.07}{21.93} = 0.23 \text{ m}$$

$$\text{Usar: } \phi \# \text{ @ } 0.20 \text{ m}$$

#### As máximo

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

(Art. 5.7.3.3.1)

#### As mínimo

(Art. 5.7.3.3.2)

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.33Mu$ :

$$\text{a) } M_{cr} = 1.1 f_r S$$

$$f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 2.01 \sqrt{210}$$

$$f_r = 29.13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 100 \times 35^2 \text{ #} = 20417 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{cr} = 1.1 \times \text{####} \times 20417 = 6.54 \text{ T-m}$$

$$\text{b) } 1.33 Mu = 1.33 \times \text{####} = 31.581 \text{ T-m}$$

$$\text{El mínimo valor} = 6.54 \text{ T-m}$$

$$\text{como: } \text{####} > 6.54 \text{ OK!}$$

#### As distribución

$$\% = \frac{55}{\sqrt{S}} \leq 50 \%$$

(Art. 9.7.3.2)

$$S = \text{longitud del puente} = 5.00 \text{ m}$$

$$\% = 55 / \sqrt{5} = 24.6 \%$$

$$\text{Luego, } \% = 24.6 \%$$

$$A_{s_{repart}} = 0.25 \times \text{####} = 5.39 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando } \phi \text{ varilla: } 1/2 \text{ " , la separación será: } s = \frac{1.27}{5.39} = 0.24 \text{ m}$$

$$\text{Usar: } \phi \text{ } 1/2 \text{ @ } 0.20 \text{ m}$$

#### As temperatura

$$A_{s_{Temp}} = \frac{0.18bh}{2(b+h)} \text{ cm}^2/\text{m}$$

(5.10.8.2-1)

S max = 0.45m

$$A_{s_{Temp}} = \frac{0.18 (540) (35)}{2(540 + 35)} = 2.96 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{total en cada dirección, en cada cara})$$

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s_{Temp}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Se usará } A_{s_{Temp}} = 2.96 \text{ cm}^2$$

$$\text{Utilizando } \phi \text{ varilla: } 3/8 \text{ " , la separación será: } s = \frac{0.71}{2.96} = 0.24 \text{ m}$$

Utilizando  $\emptyset$  varilla :  $3/8$  " , la separación será :  $s = \frac{0.71}{2.96} = 0.24$  m

Usar :  $\emptyset$   $3/8$  @  $0.20$  m

**Nota** El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en ambos sentidos, y en las partes laterales.

#### 4. Diseño de franja de borde

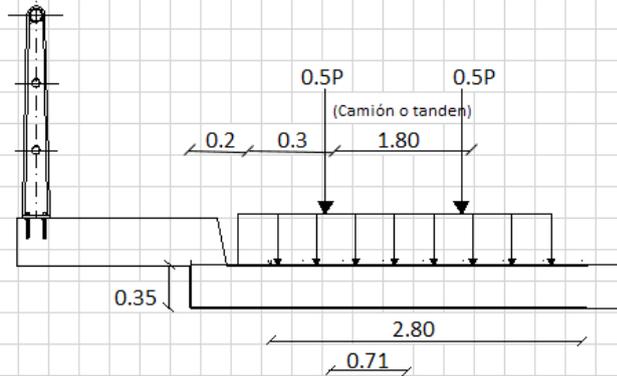
##### 4.1.- Ancho de franja para bordes longitudinales de losa

Con  $E = 2.82$  m

$$E_{Borde} = 0.20 + 0.30 + \frac{2.82}{4} \leq \frac{2.82}{2} \text{ ó } 1.8 \text{ m}$$

$$E_{Borde} = 1.21 \text{ m} \leq 1.41 \text{ m}$$

$$E_{Borde} = 1.21 \text{ m}$$



$$E_{Borde} = 1.21$$

##### 4.2.- Momentos de flexión por cargas (franja de 1.0m de ancho)

###### Carga muerta (DC):

$$w_{losa} : 0.35 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 0.84 \text{ T/m}$$

$$w_{DC} : 0.84 = 0.84 \text{ T/m}$$

$$M_{DC} = \frac{w_{DC}L^2}{8} = \frac{0.84 (5)^2}{8} = 2.63 \text{ T-m}$$

###### Carga por superficie de rodadura (DW):

$$w_{asf} : 0.05 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2.24 \text{ T/m}^3 = 0.11 \text{ T/m}$$

$$0.11 \times (1.21 - 0.20) = 0.11 \text{ T/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{asf}L^2}{8} = \frac{0.11 (5)^2}{8} = 0.29 \text{ T-m}$$

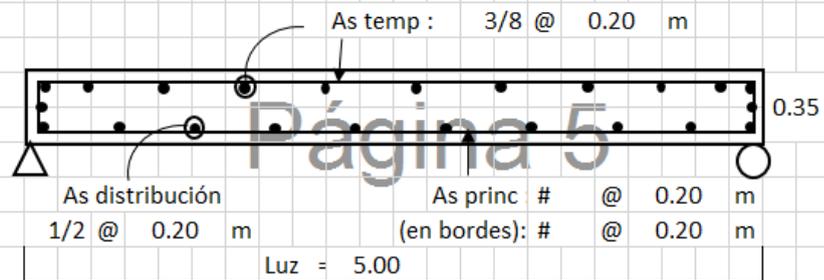
###### Carga viva (LL):

Para una línea de ruedas de tandem (crítico) y una porción tributaria de la carga de vía de 2.8m de ancho, de la Tabla APÉNDICE II-B con la consideración de carga dinámica (33%) en estado límite de Resistencia I:

$$M_{LL+IM} = \left[ 0.50 \times 0.11 \times 1.33 + 2.93 \times \frac{(0.30 + 0.71)}{2.80} \right] / 1.21$$

$$M_{LL+IM} = 12.99 \text{ T-m}$$

**Nota:** Por facilidad en el colocado se uniformizará este resultado con el obtenido para la franja interior  $\emptyset$  1/2 @ 0.20 m , adoptándose : Usar :  $\emptyset$  1/2 @ 0.20 m

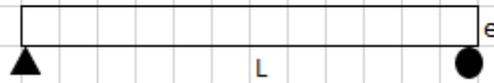


## DISEÑO DE PUENTE TIPO LOSA

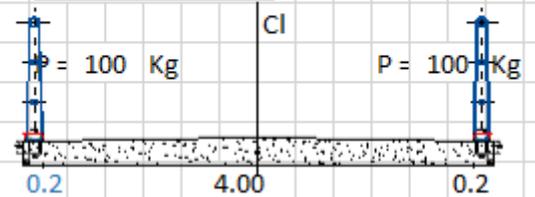
### 1. Datos del Puente

Luz de Cálculo del puente :	5.00 m	Concreto $f'c$ :	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Numero de carriles :	1	Acero $f'y$ :	4200 Kg/cm <sup>2</sup>
Longitud de calzada :	4.40 m	$\gamma_{asfalto}$ :	2240 Kg/cm <sup>3</sup>
Asfalto 2" :	0.05 m	$\gamma_{concreto}$ :	2400 Kg/cm <sup>3</sup>

### Seccion Longitudinal



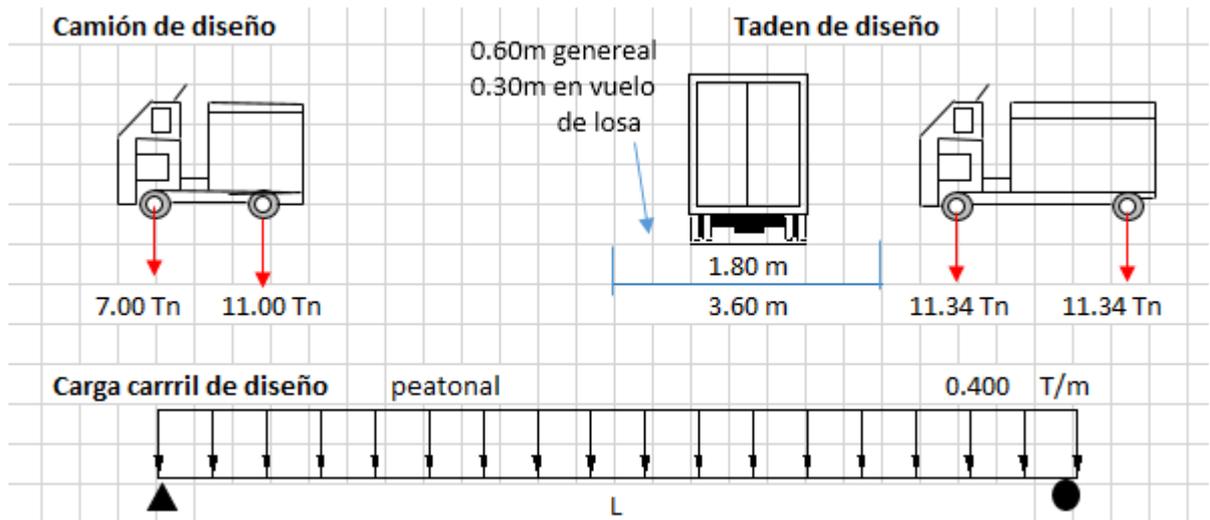
### Seccion Transversal



- Notas:
1. Se utiliza para el diseño la Norma Técnica AASHTO y LRFD
  2. Momento último de diseño

### CARACTERÍSTICAS DEL CAMIÓN TIPO C2





## 2. Predimensionado

Losa:

Siendo el acero principal paralelo al tráfico es posible tomar de referencia como versiones del AASHTO, la expresión:

$$e = \frac{1.2(S + 3)}{30} = \frac{1.2(5 + 3)}{30} = 0.32 \quad \text{asumimos : } e = 0.35 \text{ m}$$

## 3. Diseño de franja interior (1.0m de ancho)

### 3.1.- Momentos de flexión por cargas

Carga muerta (DC):

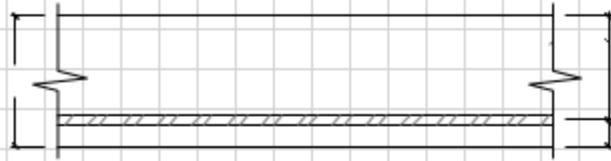
$$w_{losa} : 0.35 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 0.84 \text{ T/m}$$

$$M_{DC} = \frac{w_{losa} L^2}{8} = \frac{0.84 (5)^2}{8} = 2.63 \text{ T-m}$$

**As principal paralelo al tráfico**

∅ varilla = 3/4 " rec = 2.50 cm

$$a = \frac{M_u}{0.85 \cdot f'c \cdot b} \quad A_s = \frac{M_u}{0.9 \cdot f_y \cdot (d - a/2)}$$



$$z = 2.50 + \frac{1.91}{2} = 3.45 \text{ cm}$$
$$d = 35 - 3.45 = 31.5 \text{ cm}$$

Mu = 19.19 Tn-m Asumiendo a = d/5, con d = 31.55 cm

a	6.31	4.21	4.06	4.05	4.05
As (+)	17.88	17.25	17.20	17.20	17.20

As = 17.20 cm<sup>2</sup>

La separación será:  $s = \frac{2.87}{17.20} = 0.17 \text{ m}$

Usar: ∅ 3/4 @ 0.15 m

**As máximo**

Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite. (Art. 5.7.3.3.1)

**As mínimo**

(Art. 5.7.3.3.2)

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de M<sub>cr</sub> y 1.33Mu:

a) M<sub>cr</sub> = 1.1 fr S

$$fr = 2.01 \sqrt{f'c} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 2.01 \sqrt{210}$$

$$fr = 29.13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$S = bh^2/6 = 100 \times 35^2 / 6 = 20416.7 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_{cr} = 1.1 \times 29.13 \times 20416.7 = 6.54 \text{ T-m}$$

b) 1.33 Mu = 1.33 x 19.19 = 25.5272 T-m

El mínimo valor = 6.54 T-m

como: 19.19 > 6.54 OK!

### As distribución

$$\% = \frac{55}{\sqrt{5}} \leq 50 \% \quad (\text{Art. 9.7.3.2})$$

S = longitud del puente : 5.00 m

$$\% = \frac{55}{\sqrt{5}} = 24.6 \% \quad \text{Luego, } \% = 24.6 \% \quad A_{s_{\text{reprt}}} = 0.25 \times 17.20 = 4.23 \text{ cm}^2$$

Utilizando  $\phi$  varilla :  $1/2''$  , la separación será :  $s = \frac{1.27}{4.23} = 0.30 \text{ m}$

Usar :  $\phi \quad 1/2 @ \quad 0.25 \text{ m}$

### As temperatura

$$A_{s_{\text{Temp}}} = \frac{0.18bh}{2(b+h)} \text{ cm}^2/\text{m} \quad (5.10.8.2-1) \quad S_{\text{max}} = 0.45\text{m}$$

$$A_{s_{\text{Temp}}} = \frac{0.18 (440) (35)}{2(440 + 35)} = 2.92 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{total en cada dirección, en cada cara})$$

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s_{\text{Temp}}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{Se usará } A_{s_{\text{Temp}}} = 2.92 \text{ cm}^2$$

Utilizando  $\phi$  varilla :  $3/8''$  , la separación será :  $s = \frac{0.71}{2.92} = 0.24 \text{ m}$

Usar :  $\phi \quad 3/8 @ \quad 0.20 \text{ m}$

Nota : El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningún tipo de acero, en la parte superior de la losa, en ambos sentidos, y en las partes laterales.

## 4. Diseño de franja de borde

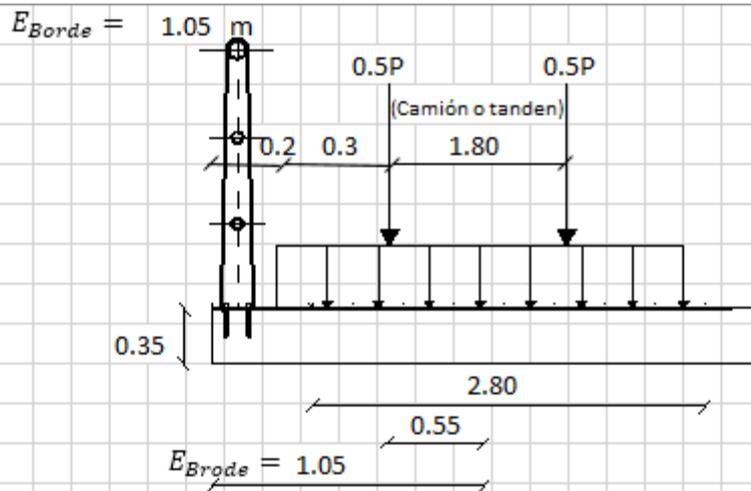
### 4.1.- Ancho de franja para bordes longitudinales de losa

Con E = 2.22 m

$$E_{\text{Borde}} = 0.20 + 0.30 + \frac{2.22}{4} \leq \frac{2.22}{2} \quad \text{ó} \quad 1.8 \text{ m}$$

$$E_{\text{Borde}} = 1.05 \text{ m} \leq 1.11 \text{ m}$$

$$E_{\text{Borde}} = 1.05 \text{ m}$$



#### 4.2.- Momentos de flexión por cargas (franja de 1.0m de ancho)

Carga muerta (DC):

$$w_{losa} : 0.35 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2.4 \text{ T/m}^3 = 0.84 \text{ T/m}$$

El peso de la barrera se asume distribuido en  $E_{Borde}$

$$w_{barrera} : 0.10 \text{ T} / 1.05 \text{ m} = 0.09 \text{ T/m}$$

$$w_{DC} : 0.84 + 0.09 = 0.93 \text{ T/m}$$

$$M_{DC} = \frac{w_{DC} L^2}{8} = \frac{0.93 (5)^2}{8} = 2.92 \text{ T-m}$$

Carga por superficie de rodadura (DW):

$$w_{asf} : 0.05 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 2.24 \text{ T/m}^3 = 0.11 \text{ T/m}$$

$$0.11 \times (1.05 - 0.20) / 1.05 = 0.091 \text{ T/m}$$

$$M_{DW} = \frac{w_{asf} L^2}{8} = \frac{0.091 (5)^2}{8} = 0.28 \text{ T-m}$$

Carga viva (LL):

Para una línea de ruedas de tándem (crítico) y una porción tributaria de la carga de vía de 2.8m de ancho, se analizó con la consideración de carga dinámica (33%) en estado límite de Resistencia I:

$$M_{LL+IM} = \frac{0.50 \times 13.75 \times 1.33 + 1.23 \times (0.30 + 0.55)}{2.80} / 1.05$$

$$M_{LL+IM} = 9.02 \text{ T-m}$$

### 3.2.- Momentos de Diseño (Mu)

Carga	Tipo	M(+)
Losa + barrera	DC	2.92
Asfalto	DW	0.28
Carga Viva	LL + IM	9.02

Para el Diseño por Estado Límite de Resistencia I, con  $n = nDnRnI = 1$ :

$$M_u = n[(1.25 \text{ ó } 0.9)MDC + (1.50 \text{ ó } 0.65)MDW + 1.75M(LL+I)]$$

(MTC Tabla 2.4.5.3.1-1)

$$M_u = 1.25 \times 2.92 + 1.50 \times 0.28 + 1.75 \times 9.02 = 19.87 \text{ T-m}$$

### 3.3.- Cálculo del acero

**As principal paralelo al tráfico**

$$\phi \text{ varilla} = 3/4" \quad \text{rec} = 2.50 \text{ cm}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad A_s = \frac{M_u}{0.9 f_y (d - a/2)}$$



$$z = 2.50 + \frac{1.91}{2} = 3.45 \text{ cm}$$

$$d = 35 - 3.45 = 31.55 \text{ cm}$$

$$M_u = 19.87 \text{ Tn-m} \quad \text{Asumiendo } a = d/5, \text{ con } d = 31.55 \text{ cm}$$

a	6.31	4.36	4.21	4.20	4.20
As (+)	18.51	17.90	17.85	17.85	17.85

$$\longrightarrow A_s = 17.85 \text{ cm}^2$$

**As máximo**

las actuales disposiciones AASHTO y LRFD eliminan este límite. (Art. 5.7.3.3.1)

**As mínimo**

(Art. 5.7.3.3.2)

La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.33Mu$ :

a)  $M_{cr} = 1.1 f_r S$   $f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 2.01 \sqrt{210}$   
 $f_r = 29.13 \text{ Kg/cm}^2$   
 $S = bh^2/6 = 100 \times 35^2 / 6 = 20416.7 \text{ Kg/cm}^2$

$M_{cr} = 1.1 \times 29.13 \times 20416.7 = 6.54 \text{ T-m}$

b)  $1.33 Mu = 1.33 \times 19.87 = 26.4251 \text{ T-m}$

El mínimo valor = 6.54 T-m

como:  $19.87 > 6.54 \text{ OK!}$

**As distribución**

$\% = \frac{55}{\sqrt{S}} \leq 55 \%$  (Art. 9.7.3.2)

S = longitud del puente = 5.00 m

$\% = 55 / \sqrt{5} = 24.6 \%$  Luego,  $\% = 24.6 \%$   $A_{s_{reqnt}} = 0.25 \times 17.85 = 4.39 \text{ cm}^2$

Utilizando  $\emptyset$  varilla: 1/2" la separación será:  $s = \frac{1.27}{4.39} = 0.29 \text{ m}$

Usar:  $\emptyset$  1/2 @ 0.29 m

**Nota:** Por facilidad en el colocado se uniformizará este resultado con el obtenido para la franja interior  $\emptyset$  1/2 @ 0.25 m , adoptándose: Usar:  $\emptyset$  1/2 @ 0.25 m

Usar:  $\emptyset$  1/2 @ 0.29 m

**Nota:** Por facilidad en el colocado se uniformizará este resultado con el obtenido para la franja interior  $\emptyset$  1/2 @ 0.25 m , adoptándose: Usar:  $\emptyset$  1/2 @ 0.25 m

