



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLAS EN EL  
SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL PRINCIPAL MICHUCO, DISTRITOS  
NUEVA CAJAMARCA Y SAN FERNANDO, PROVINCIA DE RIOJA-  
REGIÓN SAN MARTÍN – 2021”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:** Bach. ROBERT PANDURO MOZOMBITE  
Bach. FELIPE GUILLERMO PAGAN MONTES

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Felipe Pagan Montes', is written over a light yellow rectangular background.

**ASESOR:** M. Sc. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

**SAN MARTIN - PERÚ**

**2021**

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

## **DEDICATORIA**

A mi querida familia, por su apoyo constante e incondicional desde muy pequeño y acompañarme durante todo el proceso de mi formación profesional. Su ayuda ha sido fundamental y estuvieron conmigo en los momentos más difíciles de esta etapa.

Felipe.

Dedico a mis padres y amigos por su apoyo moral ya que me ayudaron a permanecer con empeño en cada paso que doy, a todos quienes contribuyeron con un granito de arena y que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias por toda su ayuda para culminar con éxito mi meta propuesta.

Robert.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud y vida.

Agradezco a la Universidad Científica del Perú y a los docentes que nos aportaron sus conocimientos y nos vieron crecer como persona, y gracias a sus conocimientos poder concluir con una etapa más de nuestra formación profesional.

Felipe.

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas. A mis padres que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar uno de mis mayores logros en mi vida.

Robert.

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLAS EN EL SISTEMA DE RIEGO  
DEL CANAL PRINCIPAL MICHUCO, DISTRITOS NUEVA CAJAMARCA Y SAN  
FERNANDO, PROVINCIA DE RIOJA- REGIÓN SAN MARTÍN – 2021”**

De los alumnos: **ROBERT PANDURO MOZOMBITE Y FELIPE GUILLERMO PAGAN  
MONTES**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión  
por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **8% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime  
conveniente.

San Juan, 26 de mayo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

Con Resolución Decanal N° 389 -2021- UCP - FCEI del 02 de julio de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- |  |            |
|--|------------|
| · Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.  | Presidente |
| · Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, Mg. | Miembro    |
| · Ing. Carlos Segundo Huaman Torrejon. | Miembro    |

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 16:00 horas, del día jueves 08 de julio de 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la secretaria Académica de la Facultad y el director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

**“DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLAS EN EL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL PRINCIPAL MICHUCO, DISTRITOS DE NUEVA CAJAMARCA Y SAN FERNANDO, PROVINCIA DE RIOJA – REGION SAN MARTIN - 2021”**

Presentado por las sustentantes:

**ROBERT PANDURO MOZOMBITE y FELIPE GUILLERMO PAGAN MONTES**

Asesor: **Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc.**

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

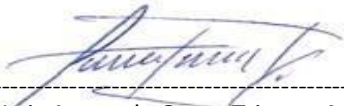
El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: **APROBADO POR MAYORÍA (CON LA NOTA DE 14)**


En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.  
Presidente



Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, Mg.  
Miembro



Ing. Carlos Segundo Huaman Torrejon  
Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 – 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 – 15
	Desaprobado (a)	: 00 – 12

## INDICE DE CONTENIDO

### CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP</b> .....	4
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	6
<b>RESUMEN</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>I. CAPITULO I - MARCO TEÓRICO</b> .....	13
<b>1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO</b> .....	13
1.1.1    INTERNACIONAL.....	13
1.1.2    NACIONAL.....	14
1.1.3    LOCAL .....	16
<b>1.2. BASES TEÓRICAS</b> .....	19
<b>1.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS</b> .....	30
<b>II. CAPITULO II - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	36
<b>2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	36
<b>2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	37
2.2.1.    Problema general .....	37
2.2.2.    Problemas específicos .....	37
<b>2.3. OBJETIVOS</b> .....	38
2.3.1.    Objetivo General .....	38
2.3.2.    Objetivos Específicos.....	38
<b>2.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	38
<b>2.5. HIPÓTESIS</b> .....	39
<b>2.6. VARIABLES</b> .....	39
2.6.1.    Identificación de las variables.....	39
2.6.2.    Operacionalización de las variables.....	40

<b>III. CAPITULO III - METODOLOGÍA</b> .....	43
<b>3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	43
3.1.1. Tipo de Investigación.....	43
3.1.2. Diseño de Investigación.....	43
3.2.1. Población.....	44
3.2.2. Muestra.....	44
<b>3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	44
3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	44
3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	44
3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos.....	45
<b>3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b> .....	45
<b>IV. CAPITULO IV – RESULTADOS</b> .....	47
<b>4.1. ASPECTOS GENERALES</b> .....	47
4.1.1. Ubicación Geográfica (coordenadas UTM).....	47
4.1.2. Ubicación Política.....	47
4.1.3. Vías de Acceso.....	47
<b>4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO</b> .....	48
4.2.1. Trabajo de Campo.....	48
4.2.2. Trabajo de Gabinete.....	49
4.2.3. Resumen y Conclusiones de la Topografía.....	50
<b>4.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> .....	50
4.3.1. Generalidades.....	50
4.3.2. Resumen de las condiciones de Cimentación.....	51
4.3.3. Información Básica Existente.....	53
4.3.4. Exploración de suelos del área de estudio.....	54
4.3.5. Análisis de la cimentación.....	60
4.3.6. Conclusiones y recomendaciones del EMS.....	64
<b>4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO</b> .....	66
4.4.1. Antecedentes.....	66
4.4.2. Caudales Medios Anuales.....	68

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

4.4.3.	Caudales Mensuales .....	68
4.4.4.	Cuantificación de Usos de Agua con Fines Agrícolas. ....	71
4.4.5.	Metodología de estimación.....	71
4.5.6.	Uso de Agua de los Cultivos.....	73
4.4.6.	Balance hídrico .....	75
4.4.7.	Conclusiones y Recomendaciones de Hidrología.....	77
<b>4.6.</b>	<b>MEMORIA DE CÁLCULOS Y DISEÑOS .....</b>	<b>79</b>
4.6.1.	Criterios de Diseño hidráulico .....	79
4.6.2.	Diseño de Alcantarillas .....	81
4.6.3.	Criterios de diseño estructural .....	186
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>188</b>
<b>5.1.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>188</b>
<b>5.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>191</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>192</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>194</b>
	<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA .....</b>	<b>195</b>
	<b>PANEL FOTOGRÁFICO.....</b>	<b>197</b>
	<b>PLANOS.....</b>	<b>201</b>

## **INDICE DE FIGURAS:**

<b>Figura 1.</b>	Características geométricas tres de las principales formas usadas en alcantarillas 20	
<b>Figura 2.</b>	Inclinaciones máximas de talud (V:H) interior de la caja .....	21
<b>Figura 3.</b>	Tabla para la velocidad máxima permisible:.....	23
<b>Figura 4.</b>	Valores del coeficiente de rugosidad (n). ....	24
<b>Figura 5.</b>	Recubrimientos .....	27
<b>Figura 6.</b>	Ubicación de la cuenca del río Mayo ( <i>Fuente: GORESAM – PEAM</i> ) .....	66
<b>Figura 7.</b>	Ubicación de la cuenca Yuracyacu.....	67



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

<b>Figura 8.</b>	Ubicación de la cuenca del Rio Yuracyacu .....	67
<b>Figura 9.</b>	Caudales Medios Mensuales en punto del Rio Yuracyacu .....	69
<b>Figura 10.</b>	Caudales Medios Mensuales en punto de Captación .....	70
<b>Figura 11.</b>	Balance hídrico en el punto de interés .....	77
<b>Figura 12.</b>	Vista de planta típica de las alcantarillas .....	80

## **INDICE DE TABLAS:**

<b>Tabla 1.</b>	Ubicación geográfica del punto de captación en coordenadas UTM .....	47
<b>Tabla 2.</b>	Análisis Químicos de Suelo – presenta suelo no agresivo .....	53
<b>Tabla 3.</b>	Registro de excavaciones. ....	55
<b>Tabla 4.</b>	Capacidad de soporte de los suelos. ....	58
<b>Tabla 5.</b>	Clasificación de los suelos. ....	58
<b>Tabla 6.</b>	Clasificación de terrenos para excavación.....	60
<b>Tabla 7.</b>	Caudales Medios Anuales en la captación.....	68
<b>Tabla 8.</b>	Caudales Medios Mensuales en punto del Rio Yuracyacu .....	69
<b>Tabla 9.</b>	Caudales Medios Mensuales en punto de Captación .....	70
<b>Tabla 10.</b>	Cultivos principales de la Comisión de Usuarios.....	72
<b>Tabla 11.</b>	Calendario de siembra y cosecha de los cultivos.....	72
<b>Tabla 12.</b>	Coeficientes de Uso Consuntivo (Kc) de los Cultivos. ....	73
<b>Tabla 13.</b>	Estimación De La Demanda - Arroz .....	74
<b>Tabla 14.</b>	Requerimiento neto de agua de los predios agrícolas por tipo de cultivo.....	75
<b>Tabla 15.</b>	Balance hídrico en el punto de interés ( <i>Fuente: GORESAM – PEAM</i> ) .....	76

## **RESUMEN**

La presente investigación Diseño Hidráulico y Estructural de Alcantarillas en el Sistema de Riego del Canal Principal Michuco, distritos Nueva Cajamarca y San Fernando, provincia de Rioja - Región San Martín - 2021”, planteó como objetivo realizar el diseño Hidráulico y estructural, con fines de mantener el área agrícola para una mayor producción y mejorar la eficiencia de riego del canal Michuco; entre los distritos de Nueva Cajamarca y San Fernando; con un diseño no experimental, puesto que se realiza sin necesidad de variar intencionalmente las variables; con una muestra conformada por Diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco, en los distritos de Nueva Cajamarca y San Fernando; llegando a concluir que el sistema actual de riego del canal Michuco se encuentra en pésimas condiciones a lo largo del trayecto de más de 13 kilómetros y además con una forma o sección inadecuado; el mismo que permitió determinar una problemática de estudio para ser solucionado mediante el Diseño Hidráulico y Estructural de Alcantarillas en el Sistema de Riego del Canal Principal. Finalmente, las 23 alcantarillas diseñadas con concreto armado de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  se empalmarán apropiadamente en el canal principal Michuco beneficiando de manera directa a 529 familias dedicadas a la producción de arroz de los distritos de Nueva Cajamarca y San Fernando y además mejorar la eficiencia del canal.

## **ABSTRACT**

The present investigation Hydraulic and Structural Design of Sewers in the Irrigation System of the Michuco Main Canal, Nueva Cajamarca and San Fernando districts, province of Rioja - San Martín Region - 2021”, set the objective of carrying out the Hydraulic and structural design, for maintain the agricultural area for greater production and improve the irrigation efficiency of the Michuco canal; between the districts of Nueva Cajamarca and San Fernando; with a non-experimental design, since it is carried out without the need to intentionally vary the variables; with a sample made up of the Hydraulic and Structural Design of sewers in the irrigation system of the main Michuco canal, in the districts of Nueva Cajamarca and San Fernando; reaching the conclusion that the current irrigation system of the Michuco canal is in terrible condition along the route of more than 13 kilometers and also with an inadequate shape or section; the same that allowed to determine a study problem to be solved by means of the Hydraulic and Structural Design of Sewers in the Irrigation System of the Main Canal. Finally, the 23 culverts designed with reinforced concrete of  $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$  will be properly connected in the main Michuco canal, directly benefiting 529 families dedicated to rice production in the Nueva Cajamarca and San Fernando districts and also improve channel efficiency.

# CAPITULO I

## I. CAPITULO I - MARCO TEÓRICO

### 1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

#### 1.1.1 INTERNACIONAL

- ✓ **Baltodano Quintero, William Martin y Del Socorro Morales Ñurinda, Sheila**, Monografía para optar al título de Ingeniero Civil denominado: **“Diseño Hidráulico de un canal de 1km de longitud que comprende parte de la zona 2, 5, 6 y 11 del municipio de ciudad Sandino, de Marzo a Julio de 2015”** en la Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Managua (UNAN-MANAGUA), concluye que:

Comprobando según la velocidad que el canal natural es erosionable y que la sección del mismo es muy ancha para el caudal que transita, es conveniente diseñar una sección adecuada, donde nos queda un diseño de 4m de base, un talud de 0.50 (un ángulo de 63.43), con un espejo de agua de 5.60m y borde libre de 1m por el cual transitará un caudal de 57.17m<sup>3</sup>/s mayor al caudal de diseño (o al que se espera según el estudio hidrológico) modelado en el software HCANALES.

Para el revestimiento se recomienda utilizar concreto hidráulico de 210kg/cm<sup>2</sup> con un espesor de losa de 15cm, con acero de refuerzo #3 en toda la sección.

Las obras preliminares tienen un costo de C\$44,252.6, movimiento de tierra de C\$3,004,521.96, el revestimiento del canal de C\$15,311,572.25 y la limpieza y entrega final es de C\$78,500.00, todos ellos costos de materiales a utilizar, sumando

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

impuesto más imprevisto más utilidades nos da un costo total de C\$31,994,260.96 (treinta y uno millones novecientos noventa y cuatro mil doscientos sesenta córdobas con 96/100)

### 1.1.2. NACIONAL

- ✓ **Panta Lalopu, Carlos Gustavo**; en la Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrícola denominado: "**Mejoramiento del Sistema de Riego Tunan**" en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque (2014), concluye que:

El planteamiento del mejoramiento del sistema de riego existente incrementará la disponibilidad hídrica mediante el mejoramiento y la implementación de infraestructura de riego el cual contara principalmente con el mejoramiento -de un {01} reservorio nocturno con una capacidad de 755.75 m<sup>3</sup>, 1457.70 ml de canal rectangular para un caudal  $Q = 0.10$  m<sup>3</sup>/s revestido de concreto simple  $f_c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>, una estructura de medición aforador RBC, once {11} estructuras de saltos de agua- gradas, diez (10) alcantarillas tipo marco de concreto armado y trece (13) tomas prediales.

El costo directo de las obras del mejoramiento del sistema de riego es de S/. 441,847.80 nuevos soles y equivale en dólares a \$ 157,870.44 (Tipo de cambio interbancario S/. 2.7988- BCR al 08.05.2014), dicho costo se podrá reajustar a través de la fórmula polinómica.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

- ✓ **Torres Sanchez, Jeimy Maylin;** en la Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil denominado: **“Diseño Hidráulico y modelamiento en HEC-RAS Del canal de concreto y de obras de arte del proyecto carpintero – Tramo KM 0+000 AL KM 5+000”**. En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima 2017, concluye que:

El diseño realizado del canal Carpintero es eficiente ya que cumple con los requerimientos establecidos por la U.S.B.R:

En canal Carpintero no tendrá problemas de sedimentación al ser su velocidad mínima proyectada es de 1.03 m/seg, valor que es superior a la velocidad mínima (0.762 m/seg) recomendada que no permite la sedimentación.

No habrá problemas de levantamiento del revestimiento del canal proyectado con concreto simple  $f'c$ : 175 Kg/seg porque la velocidad máxima proyectada es de 2.19 m/seg, el cual está por debajo de la velocidad máxima (3.00 m/seg) a partir de la cual podría ocasionar el levantamiento del revestimiento.

- ✓ **Castillo Altamirano, Edwin Medardo;** en la Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil denominado: **“Evaluación Hidrológica e Hidráulica de los drenajes transversales en la carretera Cocahuayco – Cocachimba – Bongará - Amazonas”** en la Universidad Nacional de Cajamarca. (Jaén – Cajamarca – 2017)

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

Se pudo diseñar las estructuras del sistema de drenaje transversal con lo que la vía tendrá mejor evacuación para el drenaje pluvial. Para estas estructuras (alcantarillas de alivio) se han obtenido que los diámetros sean modificados por alcantarillas de 36” y en las alcantarillas de paso encontradas en campo, sean reemplazados con pontones como estructura debido a caudal que pasa.

Se realizó la comparación entre estructuras existentes y estructuras diseñadas, donde se muestra claramente que la pendiente y el diámetro de todas las alcantarillas son el problema principal de sedimentación y la imposibilidad de limpieza por su diámetro reducido respectivamente.

### 1.1.3. LOCAL

- ✓ **Lao Saavedra, Larry Segundo**; en la Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil denominado: **“Diseño Hidráulico del drenaje pluvial para mejorar la calidad de vida de las asociaciones de vivienda óvalo del sur – distrito de la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín – Región San Martín”** en la Universidad Nacional de San Martín (Tarapoto 2019), concluye que:

Se pudo determinar el diseño hidráulico del Drenaje pluvial para mejorar la calidad de vida de las Asociaciones de Vivienda Óvalo del Sur - Distrito de La Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín - Región San Martín.



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

El estudio hidrológico para esta determinada zona con el fin de determinar la avenida máxima que afectará el área de influencia, lo cual permitirá seleccionar la sección transversal a usar en el diseño de drenaje pluvial, economizando los diseños.

El Diseño Hidráulico y Estructural, muestra la diferencia que determina el correcto uso de los materiales.

- ✓ **Ramírez Salas, Paito y Guerrero Geraldo, Berlein** en la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil denominado: **“Diseño Hidráulico y Estructural del sistema de drenaje pluvial urbano del sector las lomas de San Pedro y parte alta de la urbanización la Colina – Tarapoto – San Martín – 2018”** en la Universidad Nacional de San Martín (Tarapoto 2019), concluye que:

La elaboración del presente proyecto servirá para la posterior ejecución de dichas obras las cuales beneficiarían de manera directa a toda la población de la zona de estudio mejorando su calidad de vida.

Para el diseño de las cunetas y alcantarillas. Se ha tomado el coeficiente del valor de rugosidad como  $n = 0.016$  (para cunetas revestidas), pudiendo decir que este valor resulta bastante conservador para dar mayor eficiencia y seguridad al momento de realizar los cálculos.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

- ✓ **Gamboa Sinarahua, James Milton y Chuquilin Terrones, Elvin** en su Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil denominado: **“Diseño Hidráulico y Estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la urbanización popular La Unión, distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín”** en la Universidad Nacional de San Martín (Tarapoto 2019), concluye que:

El diseño hidráulico estructural del sistema de drenaje pluvial de la Urbanización Popular La Unión, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba – Región San Martín, servirá como parte fundamental de un futuro expediente técnico en favor a su drenaje, asegurando de esta manera la Salubridad y seguridad pública. Para el diseño de los Drenes, tanto principales como secundarios, se ha tomado el coeficiente del valor de rugosidad como  $n = 0.016$  (para cunetas revestidas), pudiendo decir que este valor resulta bastante conservado para dar mayor eficiencia y seguridad al momento de realizar los cálculos.

## 1.2. BASES TEÓRICAS

### Diseño de Secciones y Pendiente

*“Hugo Alejandro Gálvez Álvarez (2004)”*, indica que el cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning transformada sistema métrico para secciones circulares así:

$$V = \frac{0.003429xD^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

En el cual:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

D = Diámetro de la sección circular (pulg.)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning o Kutter

n = 0.015 para tubos de 24 pulgadas y menores

n = 0.013 para tubos mayores de 24 pulgadas

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en sus extremos más bajos.

### Dimensionamiento de Caja.

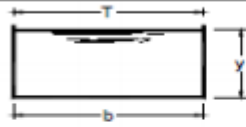
El dimensionamiento de las alcantarillas se hace mediante la aplicación de fórmulas convencionales de flujo a superficie libre, teniendo en cuenta los aumentos de caudal en la dirección aguas abajo, las pendientes de los tramos y los remansos que se generan con los cambios de pendiente y con la localización de estructuras de caída, o de cruce con obras civiles, por ejemplo, con vías o con otros canales.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

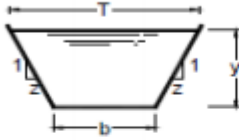
Para la relación entre caudal y nivel en secciones dadas del canal se utiliza la ecuación de Manning, en la forma:

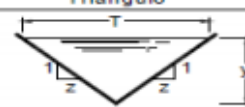
$$Q = A R^{2/3} S^{1/2} / n$$

**Figura 1.** Características geométricas tres de las principales formas usadas en alcantarillas

Sección Rectángulo		Área A	Perímetro Mojado P
		$by$	$b + 2y$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{by}{b + 2y}$	$b$	$y$	$by^{1.5}$

Sección Trapecio		Área A	Perímetro Mojado P
		$(b + zy) y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{(b + zy) y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$	$\frac{(b + zy) y}{b + 2zy}$	$\frac{[(b + zy) y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2zy}}$

Sección Triángulo		Área A	Perímetro Mojado P
		$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$
Radio hidráulico r	Ancho superficial T	Profundidad hidráulica D	Factor de sección z
$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zy^{2.5}$

Fuente: Rojas,2010

### Talud interior

La inclinación del talud dependerá, por condiciones de seguridad, de la velocidad y Volumen de diseño de la carretera o camino. Sus valores se tabulan en la siguiente tabla.

El valor máximo correspondiente a velocidades de diseño  $\leq 70$  km/h. es aplicable solamente acaso muy especiales, en los que se necesite imprescindiblemente una sección en corte reducida (terrenos escarpados) la que contara con elementos de protección (guardavías). Inclinaciones fuera de estos Mínimos deberán ser justificadas convenientemente y se dispondrán de los elementos de protección adecuada. **“Rojas,2010, p.136”**

**Figura 2.** Inclinaciones máximas de talud (V:H) interior de la caja

V.D (km/h)	I.M.D.A. (VEH./DIA)		
	< 750		> 750
$\leq 70$	1:02 1:03	(*)	1:03
$> 70$	1:03		1:04

(\*) Solo en casos especiales

Fuente: Rojas,2010, p.136

### **Velocidad**

**“Hugo Alejandro Gálvez Álvarez (2004)”**, indica que la velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas  $v/V$ , donde  $v$  es la velocidad del flujo y  $V$  es la velocidad a sección llena,  $v$  por norma debe ser mayor de 0.60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3.00 m/s, para que no exista erosión o desgaste.

### **Velocidad mínima permisible.**

**“Villón Béjar Máximo (2004)”**, sostiene que es aquella velocidad que no permite sedimentación, valores experimentales indican que este valor mínimo es 0.30 m/s, velocidades menores. Disminuyen la capacidad de conducción del canal. Ing. Edgar Sparrow Alamo (2008), menciona que en general puede adoptarse una velocidad media de  $V_m = 0.6$  m/s. 0.91 m/s cuando el porcentaje de limos presente en el canal es pequeño y una velocidad media no inferior a  $V_m = 0.76$  m/s; prevendrá el crecimiento de vegetación.

### **La velocidad máxima permisible:**

**“Villón Béjar Máximo (2004)”**, sostiene que es algo bastante complejo y generalmente se estima empleando la experiencia local o el juicio del ingeniero; las siguientes tablas nos dan valores sugeridos. Es la velocidad que el agua alcanza en el canal sin que origine la erosión o desprendimiento de los materiales que conforman la caja del canal. En canales revestidos la velocidad máxima permisible es de promedio de 2.5m/seg.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

“**Krochin Sviatoslav (1978)**”, Sostiene la siguiente tabla para la velocidad máxima permisible:

**Figura 3.** Tabla para la velocidad máxima permisible:

MATERIAL DE REVESTIMIENTO	VELOCIDAD MAX. (m/s)
Suelo de ceniza volcánica	0.95
Tierra vegetal arcilla	1.15
Suelo arcilloso duro	1.50
Suelo con grava	1.80
Conglomerado	2.40
Concreto f'c 140 Kg/cm <sup>2</sup>	4.40
Concreto f'c 210 Kg./cm <sup>2</sup>	7.40
Planchas de acero.	20.00
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS</b>	<b>VELOCIDAD MAX. (m/s)</b>
Canales en tierra franca	0.60
Canales en tierra arcillosa	0.80
Canales revestidos con piedras y mezcla simple	1.00
Canales revestidos de mampostería de piedra y concreto	2.00
Canales revestidos con concreto	3.00
Canales en roca:	
Pizarra	1.25
Areniscas consolidadas	1.50
Rocas duras, granito, etc.	3 a 5

Fuente: Krochin Sviatoslav (1978),

**El Coeficiente de Rugosidad**

“**Ing. José del C. Pizarro Baldera (2013)**”, menciona que la rugosidad que presenta la caja de un canal está dada por la fuerza de oposición que hacen las paredes del canal al libre flujo del agua.

**Figura 4.** Valores del coeficiente de rugosidad (n).

Superficie de la caja de canal	“n”
Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.	0.010
Concreto muy liso.	0.012
Madera suave, metal liso.	0.014
Revestimiento de concreto (frotachado).	0.017
Canales en tierra, libres de vegetación y en buenas condiciones.	0.020
Canales en tierra con alguna vegetación y sección con geometría definida.	0.025
Canales en tierra con abundante vegetación.	0.035

*Fuente: Ing. José del C. Pizarro Baldera (2013),*

“**Villón Béjar Máximo(2004)**”, indica que la rugosidad depende del cauce y el talud, dado a las paredes laterales del mismo, vegetación, irregularidad y trazado del canal, radio hidráulico y obstrucciones en el



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

canal, generalmente cuando se diseñan canales en tierra se supone que el canal está recientemente abierto, limpio y con un trazado uniforme, sin embargo el valor de rugosidad inicialmente asumido difícilmente se conservará con el tiempo, lo que quiere decir que en la práctica constantemente se hará frente a un continuo cambio de la rugosidad.

### **Caudal**

*“Morales Uchofen, Walter (2004)”*, indica que viene a ser el volumen de agua medido por una unidad de tiempo, el cual se utiliza para determinar el dimensionamiento hidráulica de las estructuras.

### **Cálculo del refuerzo**

El refuerzo se calcula conforme a la norma para concreto ciclópeo y armado del Reglamento Nacional de Construcciones y en base al diseño a la rotura. La calidad del concreto será  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y la calidad de la armadura  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$

### **Criterios generales para el diseño**

Refuerzo de Repartición por Contracción y Temperatura . Es el refuerzo perpendicular al principal. Los espaciamientos "S" permisibles son:

$$0.45 > S < 5d$$

$$S = \frac{Ab}{As}$$

Cuantías Mínimas a usar, serán:

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

Para muros :  $\rho_{min} = 0.0025$

Para losas :  $\rho_{min} = 0.0018$

Luego las Áreas de refuerzo por temperatura “At” serán :

Para muros :  $A_{st}^{\circ} = 0.0025bdT$

Para losas ;  $A_{st}^{\circ} = 0.0018bdT$

Donde:

S = Espaciamiento entre barras de acero, distribuidos en un metro de ancho.

dT=Altura total o espesor total del elemento en (cm).

As = Área total del refuerzo (cm<sup>2</sup>).

b = Ancho del elemento, para nuestro b=100cm.

Refuerzo Mínimo de Elementos Sujetos a Tracción (  $A_{smin}$ ).

Las Cuantías Mínimas a usar para  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$  serán:

Para muros :  $\rho_{min} = 0.0017$

Para losas :  $\rho_{min} = 0.0015$

Luego las Áreas del Refuerzo Mínimo "Asmin" serán:

Para muros :  $\rho_{min} = 0.0017bd$

Para losas :  $\rho_{min} = 0.0015bd$

Donde:

d = Distancia de la fibra extrema en compresión al centro del refuerzo de tracción (cm).

**Recubrimiento de Concreto para el Refuerzo**

*Figura 5.* Recubrimientos

$r=0.075m$	Para el refuerzo de zapatas y otros miembros estructurales principales en los que el concreto se deposita contra el suelo.
$r=0.050m$	Para barras mayores que la N° 5( $\phi$ 5/8") en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.
$r=0.050m$	Para barras menores que la N° 4( $\phi$ 1/2") en superficie de concreto que van a estar en contacto con el suelo después del desencofrado.

*Fuente: RNE, Estructuras, Recubrimientos*

**Elementos Rectangulares con Refuerzo de Tracción Únicamente**

$$AS = \frac{Mu}{\phi fy \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As fy}{0.85 f'c b}$$

Donde :

As = Área del refuerzo en tracción (cm<sup>2</sup>).

fy = Límite de fluencia del refuerzo, se usará fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

d =Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tracción (cm).

a = Profundidad del pnsma rectangular de esfuerzos (cm).

f'c = Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, se usará f'c = 210kg/cm<sup>2</sup>

b = Ancho de la cara en compresión de un elemento sujeto a flexión (cm), para nuestro caso, b = 100 cm.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

$\phi$  = Factor de reducción de capacidad, se usará el factor para flexión y tracción simple  $\phi = 0.90$ .

La cuantía ( $\rho$ ) de refuerzo no excederá de 0.75 de la cuantía balanceada ( $\rho_b$ ), que

produce la condición de falla balanceada, debe cumplirse:

$$\rho = \frac{A_s}{bd} < 0.75\rho_b .$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta f'_c}{f_y} * \frac{6100}{6100 + f_y}$$

Donde:

$\beta = 0.85$ , para  $f'_c$  hasta 280 kg/cm<sup>2</sup> y se reducirá 0.05 por cada 70 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia en exceso de 280 kg/cm<sup>2</sup> Para concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>, la  $\rho_{min}=0.016$

### **Resistencia a la Rotura por Fuerza Cortante ( $\tau$ )**

El esfuerzo cortante nominal en la rotura " $\tau_u$ ", como medida de la tracción diagonal, es:

$$\tau_u = \frac{V_u}{bd}$$

El esfuerzo cortante nominal que tomará el concreto " $\tau_u$ " es:

$$\tau_u = 0.50\phi\sqrt{f'_c}$$

Donde:

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

$$V_u = 1.8V$$

V= Cortante en el elemento, producto del análisis estructural.

$\phi$ = factor de reducción  $\phi = 0.85$  (para elementos sometidos a tracción diagonal, adherencia y anclaje)

Debe cumplirse lo siguiente:

$$\tau_u < \tau_c \text{ (ok)}$$

### 1.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ✓ **Acero de refuerzo.** El acero de refuerzo, también llamado ferralla, es un importante material para la industria de la construcción utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de este elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones.
  
- ✓ **Alcantarillado Pluvial.** Un sistema de alcantarillado de aguas lluvias es una red de tuberías utilizada para conducir la escorrentía de una tormenta a través de una ciudad
  
- ✓ **Balance Hídrico:** El balance hídrico es una herramienta que permite conocer características de la cuenca mediante la aplicación del principio de conservación de la masa o la ecuación de continuidad.
  
- ✓ **Calicata:** Las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora.
  
- ✓ **Canal de Riego:** Cauce artificial para conducir el agua para el riego o el drenaje, y construido de tal modo que siga aproximadamente las curvas de nivel del terreno, descendiendo suavemente hacia cotas más bajas para que el agua fluya por gravedad.
  
- ✓ **Capacidad Portante:** En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto, la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales.

- ✓ **Caudal.** Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería, en una unidad de tiempo determinado. Como definición general, se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica.
- ✓ **Cédula de Cultivo:** La cédula de cultivos es la cuantificación en valores absolutos y porcentuales de la ocupación de tierras por los cultivos en el ámbito de planificación.
- ✓ **Cuenca Hidrográfica:** La cuenca hidrográfica es un sistema, es una unidad geográfica e hidrológica, formada por un río principal y todos sus territorios asociados entre el origen del río y su desembocadura.
- ✓ **Evapotranspiración:** La evapotranspiración se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo.
- ✓ **F' c:** La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm<sup>2</sup>, MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi)

- ✓ **F' y:** Esfuerzo máximo necesario para provocar una cantidad especificada de fluencia en un período especificado. También se utiliza para describir la tensión máxima que se puede generar en un material a temperatura constante bajo la cual la velocidad de fluencia disminuye con el tiempo.
- ✓ **Factor de Seguridad:** El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido.
- ✓ **Georreferenciación:** La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. Es un proceso de localización geográfica, dentro de un sistema de coordenadas. En términos más sencillos es ubicar una dirección dentro de un mapa digital, asociando al punto la coordenada y algunos datos sociodemográficos como el estrato, el barrio, la localidad, entre otros.
- ✓ **Pendiente longitudinal.** Es la inclinación que tiene el conducto con respecto a su eje longitudinal.



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

- ✓ **Presión Admisible:** La presión admisible o de trabajo ( $\sigma_{adm}$ ) es la máxima tensión que se puede transmitir al terreno sin que la estructura sustentada sufra daños.
- ✓ **Profundidad de Desplante:** Este dato también se obtiene de la mecánica de suelos, ya que aquí se determina a qué profundidad se encuentra un estrato estable para la cimentación
- ✓ **Punto de Captación:** La captación consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso benéfico. El agua captada de una cuenca y conducida a estanques reservorios puede aumentar significativamente el suministro de ésta para el riego de huertos, bebederos de animales, la acuicultura y usos domésticos.
- ✓ **Rasante.** Nivel de fondo terminado de un conducto del sistema de drenaje.
- ✓ **Revestimiento.** Recubrimiento de espesor variable que se coloca en la superficie interior de un conducto para resistir la acción abrasiva de los materiales sólidos arrastrados por el agua y/o neutralizar las acciones químicas de los ácidos y grasas que pueden contener los desechos acarreados por el agua.
- ✓ **Rugosidad:** Con este término se define el conjunto de las asperezas de una superficie respecto a otra idealmente lisa. En la práctica, cualquier plano, aunque esté mecanizado con la máxima precisión, se desvía siempre, dentro de ciertos límites, de la perfección absoluta, y las irregularidades, que tienen forma de pequeños picos y valles, pueden variar tanto en su amplitud como

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

en la distancia entre sí. De todo esto se deriva una especie de entretejido cuyo aspecto depende del método empleado para el acabado.

- ✓ **Talud:** Se llama talud a la inclinación que se da a las tierras para que se sostengan las unas a las otras. El perfil de cualquier talud se forma por un triángulo rectángulo, en el cual el lado mayor, opuesto al ángulo recto, representa el talud o declivio y uno de los lados representa la base del talud con los nombres de escarpa explanada o glacis. Cuando la altura es igual o mayor que la base se llama escarpa, lo que también conviene al revestimiento de una muralla; y cuando la altura es menor que la base, se llama propiamente explanada o glacis, lo que es propio a la superficie superior de los parapetos militares y a la pendiente que forma hacia la campaña el parapeto del camino cubierto.
  
- ✓ **Topografía:** La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (ver planimetría y altimetría).

# CAPITULO II

## **II. CAPITULO II - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El sistema de riego Michuco; capta sus aguas del río Yuracyacu afluente por la margen derecha del río Mayo; el sistema de riego está conformado por un canal de ingreso y a 70 m., existe una toma de captación de concreto con su respectiva compuerta de regulación en regular condición de mantenimiento, de la cual se derivan las aguas hacia el canal de conducción Michuco, el mismo que tiene una sección en tierra con irregularidades en su sección (erosión de la caja) y pendiente variables en una longitud total de recorrido de 13,374 m, permitiendo distribuir el recurso hídrico a 2,405 hectáreas sembradas en su totalidad con el cultivo de arroz, en beneficio de 529 usuarios de las localidades de Nueva Cajamarca y San Fernando que se encuentran integrados en la Comisión de Regantes El Independiente.

Durante ese recorrido existe veintitrés alcantarillas que permiten el paso del recurso hídrico a través de caminos, carreteras y compuertas que lo dirigen hacia las parcelas de terrenos agrícolas las cuales con fines de mejoramiento se requiere realizar un óptimo diseño hidráulico para distribuir de manera más eficiente dicho elemento, además de seleccionar la estructura más adecuada señalando como concreto armado para evitar las pérdidas por infiltración que se están asentando gradualmente al pasar de los años.

El presente proyecto se origina por la necesidad urgente de la población agricultora de contar con óptimo abastecimiento de agua que es desperdiciada por los estancamientos, erosión y mala regulación que esta a su vez es utilizada para el cultivo de los diversos sembríos como su

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

principal activada económica; debido a la ineficiencia del servicio de agua en el sistema de riego del canal principal Michuco, y como consecuencia de ello existe el desabastecimiento en diversos sectores ocasionando la reducción de la productividad generalmente en épocas de estiaje debido al mal sistema de regulación y la falta de su debido mantenimiento y limpieza periódica, sumado a ello además las pérdidas por infiltración y evapotranspiración que agudiza la situación actual, se hace necesario darle solución al problema identificado a fin de satisfacer las necesidades básicas de la población de dicha zona, y mejorar eficientemente la producción principalmente de arroz, para lo cual la Municipalidad Distrital de Nueva Cajamarca se encargue de viabilizar el proyecto para que posteriormente sea ejecutado ya sea por administración directa o indirecta para solucionar dicha problemática.

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.2.1. Problema general**

- ✓ ¿Cuál será el diseño más óptimo de las alcantarillas para evitar las pérdidas por infiltración y consumo desmedido del Sistema de riego Michuco?

### **2.2.2. Problemas específicos**

- ✓ ¿Cuál es el caudal que se requiere para los usuarios finales del sistema de riego ubicados en las localidades de Nueva Cajamarca y San Francisco?
- ✓ ¿Cómo está constituido la Topografía del terreno sobre el cual se diseñará las alcantarillas del sistema de Riego Michuco?

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

- ✓ ¿Cuál será el material más óptimo a utilizar para evitar infiltraciones y erosiones en las alcantarillas del sistema de Riego Michuco?

## **2.3. OBJETIVOS**

### **2.3.1. Objetivo General**

- ✓ Realizar el diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco, distritos Nueva Cajamarca y San Fernando, Provincia de Rioja - Región San Martín.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar el Caudal requerido para abastecer la demanda de la Comisión de Regantes El Independiente del sistema de Riego Michuco.
- ✓ Elaborar el estudio Topográfico en planta y perfil longitudinal para determinar las pendientes en las que se encuentran las alcantarillas del sistema de Riego Michuco.
- ✓ Determinar el material de revestimiento que se utilizara para diseñar las secciones típicas de las alcantarillas del sistema de Riego Michuco.

## **2.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN**

Con fines de mantener el área agrícola para una mayor producción y mejorar la eficiencia de riego del canal Michuco se ha visto la necesidad de realizar el diseño hidráulico y estructural de las alcantarillas teniendo en consideración que las localidades beneficiarias son netamente agrícolas cuya actividad principal es la siembra de Arroz, se estima que los costos de producción de este cultivo se vean incrementados con una distribución

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

más equitativa de acuerdo al consumo generado por los agricultores en las diversas captaciones ubicadas durante el transcurso del canal principal.

En las condiciones actuales, este sistema en el manejo del agua en cuanto a distribución genera conflictos entre los mismos agricultores debido a los deficientes elementos de control y regulación existentes y a los desbordes en el canal de tierra con que se cuenta. En tal sentido con la presente investigación se espera revertir esta situación, incentivar y asegurar que los agricultores en la zona obtengan mejor productividad en el cultivo de arroz, siendo una prioridad del sector de Agricultura.

## **2.5. HIPÓTESIS**

Con el diseño Hidráulico y estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco, distritos Nueva Cajamarca y San Fernando, provincia de Rioja San Martín, y su posterior ejecución, se llegará a satisfacer las necesidades básicas de la localidad de agricultores, así como maximizar la producción con el óptimo aprovechamiento de agua de riego.

## **2.6. VARIABLES**

### **2.6.1. Identificación de las variables.**

#### **a. Variable Independiente**

- ✓ Estudio Topográfico.
- ✓ Estudio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Estudio de Hidrología e Hidráulica.

#### **b. Variable Dependiente**

- ✓ Diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

**2.6.2. Operacionalización de las variables.**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Estudio Topográfico.	El estudio topográfico viene a ser la representación gráfica del terreno para conocer las pendientes en las que se encuentra.	Pendientes en la que se encuentra el terreno sobre el que se desarrollará el Diseño Hidráulico y estructural de alcantarillas.	-Evaluación física	– Levantamiento Topográfico	Intervalo
Estudio de Mecánica de Suelos.	Conjunto de estudios; cuyo objetivo principal es estudiar el comportamiento del suelo para ser usado como material de construcción o como base de sustentación de las obras de ingeniería.	Determinar las características y condiciones geotécnicas del subsuelo, para la elaboración del diseño hidráulico y estructural de alcantarillas.	-Evaluación física	– Calicatas – Análisis Granulométrico por tamizado. – Determinación de Contenido de Humedad.	Intervalo
Estudio de Hidrología e Hidráulica.	El objeto de un Estudio Hidráulico consiste en determinar el comportamiento hidráulico de los cauces a su paso por la zona objeto de estudio, de modo que se compruebe la idoneidad de la sección del cauce en caso de avenida.	Cuantificar el uso actual de la toma de captación del canal Michuco, estimar la oferta hídrica superficial y evaluar el balance hídrico.	-Evaluación física	– Granulometría	Intervalo



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

<p>Diseño Hidráulico y estructural de alcantarillas.</p>	<p>Conjunto de estudios y cálculos que permiten cuantificar y determinar los parámetros finales que contendrán las alcantarillas en el sistema de riego del canal principal de canal principal Michuco.</p>	<p>Determinar características de la sección de la caja, tipo de revestimiento, caudal de abastecimiento, etc.</p>	<p>-Evaluación Física</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Caudales Medios Anuales</li> <li>– Caudales Medios Mensuales</li> <li>– Caudales de usos de agua con fines agrícolas.</li> <li>– Cédulas de Cultivos.</li> </ul>	<p>Razón</p>
--	---	---	---------------------------	---	--------------

# CAPITULO III

### III. CAPITULO III - METODOLOGÍA

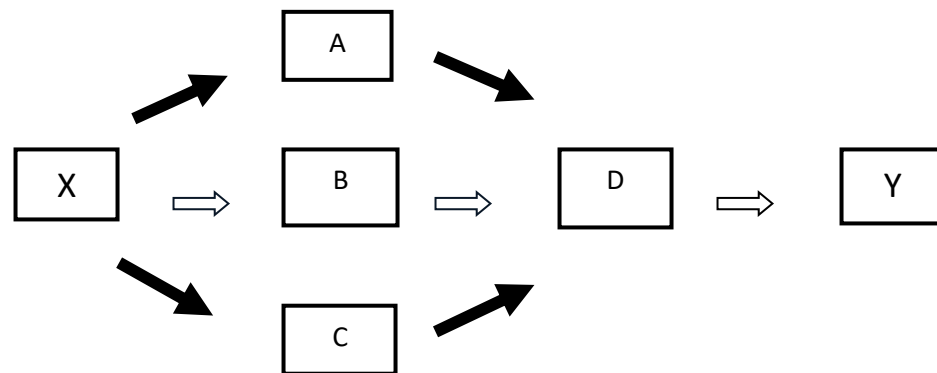
#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Tipo de Investigación

- ✓ TIPO: La investigación a realizar es de tipo Investigación Aplicativa
- ✓ NIVEL: Básico

##### 3.1.2. Diseño de Investigación

La investigación pertenece a un diseño no experimental de tipo cuantitativo. La presente investigación se realizará en Gabinete y en el campo. El diseño de investigación es el siguiente:



**X:** Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.

A: Estudio Topográfico.

B: Estudio de Mecánica de Suelos.

C: Estudio de Hidrología e Hidráulica,

D: Diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas.

**Y:** Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.2.1. Población**

- ✓ Diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas en los sistemas de riego de la provincia de Rioja, San Martín.

#### **3.2.2. Muestra**

- ✓ Diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco, en los Distritos de Nueva Cajamarca y San Fernando.

### **3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos**

##### **a. Fuentes Técnicas**

Para la investigación se utilizó Bibliografía de ingeniería y revistas especializadas particulares, proyecto de tesis relacionadas con el estudio realizado y también se hizo uso de la biblioteca virtual (INTERNET), normatividad y Reglamentos e Investigación de datos y antecedentes.

#### **3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

Los datos que fueron recopilados en campo han sido sometidos a los Análisis respectivos y estos se llevaron a cabo en gabinete.

##### **a. Instrumentos Bibliográficos**

Se hizo uso de los libros que tratan del tema en forma general y también de aquellos textos, tesis, informes, investigaciones afines y revistas que tocan el tema en forma particular básicamente sobre el Diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas de concreto armado.

### **3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos**

El procedimiento que se siguió en la recolección de datos es el siguiente:

- ✓ Elaboración de la ficha de registro de datos para la recolección de datos.
- ✓ Validación y confiabilidad de la ficha de registro de datos.
- ✓ Aplicación de la ficha de registro de datos, Recolección de datos de las fichas de registro.
- ✓ Validación y confiabilidad de los datos.
- ✓ Organización de los datos.
- ✓ Análisis e interpretación de los resultados.
- ✓ Elaboración del informe final de la tesis.
- ✓ Presentación del informe de la tesis.
- ✓ Aprobación del informe de la tesis.
- ✓ Sustentación de la tesis.

### **3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Los análisis e interpretación de datos recolectados en campo se realizaron para el diseño hidráulico y Estructural de alcantarillas de concreto

Finalmente, los valores obtenidos y toda la información procesada en gabinete se ordenaron adecuadamente para poder formular el documento final.

# CAPITULO IV

## IV. CAPITULO IV – RESULTADOS

### 4.1. ASPECTOS GENERALES

#### 4.1.1. Ubicación Geográfica (coordenadas UTM)

Para efectos de georreferenciación se tomó el punto clave de la Captación del Sistema de Riego Michuco ubicado en el distrito de Nueva Cajamarca.

*Tabla 1.* Ubicación geográfica del punto de captación en coordenadas UTM

Inicio del Canal Michuco	Longitud Oeste	Latitud Sur	Altitud (msnm)
<b>Captación</b>	<b>77°12'00”</b>	<b>05°55'00”</b>	<b>873.73</b>
Coordenadas UTM	NORTE	ESTE	Altitud (msnm)
<b>Captación</b>	<b>9343022.67</b>	<b>243342.84</b>	<b>873.73</b>

*Fuente: Propia*

#### 4.1.2. Ubicación Política

El proyecto se encuentra ubicado en:

Localidades	:	Nueva Cajamarca y San Fernando
Distritos	:	Nueva Cajamarca y San Fernando
Provincia	:	Rioja
Departamento	:	San Martín

#### 4.1.3. Vías de Acceso

El acceso a la zona del Proyecto se puede realizar:

Partiendo del centro de la Ciudad de Nueva Cajamarca y haciendo uso de la Carretera Fernando Belaunde Terry se avanza hacia el norte cruzando

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

el Puente del Rio Yuracyacu hasta el cruce a la Florida con dirección noroeste se avanza por la carretera afirmada a la Florida unos 1,000 metros, y luego se camina por espacio de 100 metros en dirección al Rio yuracyacu, donde se encuentra el inicio del Canal Principal Michuco.

## **4.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

### **4.2.1. Trabajo de Campo**

Previo a la ejecución de los trabajos topográficos, se realizó el reconocimiento general de todo el canal Michuco, identificando las obras hidráulicas existentes mediante un esquema hidráulico, dicha evaluación se realizó en presencia del Sr. Juan Acuña B., representante del Comité de Riego Michuco, con el propósito de evaluar y analizar a primera inspección y así evitar posibles errores al momento de realizar el trabajo de topografía propiamente dicho.

Se procedió a realizar el Levantamiento topográfico en cada uno de los tramos de alcantarillas desde el comienzo del canal en la Margen derecha del Rio Yuracyacu progresiva 0+000 inicio de los trabajos, mediante el cual se realizó por el método de radiación con equipo de estación total TOPCON, se dejó monumentado puntos de control al inicio del canal para el posterior replanteo en el proceso constructivo.

Se realizó el levantamiento de las secciones transversales perpendiculares al eje del trazo Natural existente, cada 20 m en tramos tangentes y en curvas cada 10 m, como también en las obras de arte (tomas laterales, puentes, compuertas, alcantarillas, partidores, etc.).

Se realizó el levantamiento topográfico a detalle de las obras de arte existentes y se inspeccionó el tipo y estado en que se encuentran.

Se tomó fotografías en obras de arte y canal.



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

Además, se hizo una inspección ocular en la zona aledaña en un radio aproximado de 100 metros, para determinar las características del entorno agrícola.

#### **4.2.2. Trabajo de Gabinete**

La información obtenida en el campo fue procesada de la siguiente manera:

Los datos de la taquimetría fueron llevados al programa AutoCad Civil 3D 2018 donde se elabora una malla o matriz de interpolación y el programa reproduce las curvas de nivel del terreno en 3 dimensiones, así mismo ubica los puntos tomados como coordenadas en el espacio.

Estos datos se procesan en AutoCAD donde se crea bloques con atributos que muestran el punto exacto, el número correspondiente, el nivel y un código Descripción.

Posteriormente se procede a confeccionar el plano del levantamiento uniendo los puntos respectivos en AutoCAD.

La información dada por la Estación Total, se complementan con los datos recogidos manualmente y se elabora el plano final, indicando tanto en planta como en cortes las elevaciones de las estructurales hidráulicas existentes.

La aproximación de los datos de ángulos y distancias es al milésimo de segundo y los errores se someten a correcciones programadas de manera que se hacen despreciables.

### **4.2.3. Resumen y Conclusiones de la Topografía**

Se realizó el levantamiento topográfico siguiendo el cauce natural del canal en tierra existente, desde km 0+000 hasta el kilómetro 13+374 metros a lo largo de todas las estructuras existentes de alcantarillas de dicho sistema de riego.

El canal Michuco presenta topografía parcialmente llana con pendientes que va de 0.60‰ a 3.00‰.

## **4.3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **4.3.1. Generalidades**

#### **4.3.1.1. Introducción**

Se cuenta con un estudio de mecánica de suelos que ha sido encargado por el Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) a la empresa Consultora CONSORCIO STOKES el cual tiene por finalidad investigar las características y condiciones geotécnicas del subsuelo. Para la elaboración del informe técnico final, se ha contado con los resultados de los ensayos de mecánica de suelos correspondientes a las muestras seleccionadas en las 27 calicatas; realizadas cada 500m. de la vía proyectada en estudio y en puntos estratégicos donde están proyectadas las estructuras de las cuales se han tomado como referencia la N° 02 y N° 27 para el siguiente procedimiento y análisis que nos servirá para el diseño y estudio definitivo.

#### **4.3.1.2. Metodología**

Para la ejecución y análisis del estudio de suelos se realizó primeramente un recorrido minucioso a fin de establecer la ubicación de las calicatas y realizar los muestreos de los suelos conformantes de la estratigrafía del trazo, incidiendo principalmente en hacer un muestreo de

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

los suelos más representativos y así evaluar su valor relativo de soporte (CBR) con fines de diseño del canal.

#### **4.3.1.3. Normatividad**

En el presente estudio, está regido conforme a la actual norma técnica de edificación E.050 – suelos y cimentaciones. Así mismo, se tuvo presente las siguientes normas técnicas como lineamientos:

NTE. E.030 – Diseño Sismo Resistente

NTE. E.060 – Concreto Armado

#### **4.3.2. Resumen de las condiciones de Cimentación**

##### **4.3.2.1. Tipo de cimentación**

Para las principales estructuras del proyecto se ha evaluado, teniendo en cuenta las características geomecánicas de los suelos hallados y por razones de economía, se recomienda el uso de cimentaciones superficiales del tipo “zapata corridas” de concreto armado.

##### **4.3.2.2. Parámetro de diseño para la cimentación**

- **Profundidad de desplante (DF):**

La profundidad de desplante, para los efectos de construcción y de cálculo del esfuerzo último por corte serán:

- Alcantarilla:  $D_f = 1.50$  m. respecto al nivel natural del terreno.
- Estructura de control:  $D_f = 1.50$  m. respecto al nivel natural del terreno.

- **Presión admisible ( $q_{adm}$ ):**

Las presiones admisibles del terreno de fundación son:

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

- 8.71 ton/m<sup>2</sup> donde se ubica la calicata C – 26 Alcantarilla.
- 8.23 ton/m<sup>2</sup> donde se ubica la calicata C – 19 Estructura de control estas presiones admisibles controlan los efectos de carga de rotura por corte y asentamiento diferencial en la que no se permite grietas a  $= \delta/L = 1/500$ .

- **Factor de seguridad (FS):**

El factor de seguridad adoptado para el proyecto es de FS = 3, este factor contempla una falla por corte ante cargas estáticas.

- **Asentamiento diferencial ( $\delta$ ):**

Esta referido al asentamiento diferencial tolerable entre dos elementos adyacentes de la estructura a proyectar. Este asentamiento es de  $\delta = 1.00$  pulgada. Como máximo para no revocar distorsión angular mayor a  $= 1/500$ .

#### **4.3.2.3. Agresividad del suelo a la cimentación**

De acuerdo a los resultados por el PEAM – GORESAM de los ensayos químicos efectuados sobre el suelo de fundación, se afirma que el suelo presenta cantidades mínimas de elementos químicos nocivos para la cimentación, por lo que no se empleara cementos especiales distintos al cemento portland de uso general.

**Tabla 2.** Análisis Químicos de Suelo – presenta suelo no agresivo

Procedencia	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	PH	Sales solubles totales (ppm)
Alcantarilla	7.42	96.45	7.80	99.41
Estructura de control	7.77	109.87	7.99	148.24

*Fuente: Estudio Realizado por PEAM - GORESAM*

#### 4.3.2.4. Recomendaciones adicionales

- Escarificar y eliminar todo tipo de suelo que contenga materia inorgánica y sustituirlo con material seleccionado de cantera. Este último, deberá cumplir con los requisitos mínimos de granulometría, plasticidad, densificación y lineamientos mínimos de control para colocación de obra.
- Colocar un solado mínimo de 10 cm. Bajo las estructuras. Estas dimensiones considerando el peso mínimo que se consideran de las cargas aplicadas para una estructura de concreto armado y apoyados bajo una cama de material granular de protección.

#### 4.3.3. Información Básica Existente

##### 4.3.3.1. Información Geológica

La estratigrafía de la zona de la provincia de rioja, está comprendida en la era cenozoica y en el sistema cuaternario, la cual está formada por depósitos aluviales, fluviales, talud de escombros y suelos residuales. Compuestas por limos, arcillas, arenas y gravas inconsolidadas. Los depósitos aluviales están constituidos principalmente por bloques de arenisca, cuyas aristas desgastadas son muestra de sus resistencias a la meteorización y disgregación; generalmente englobadas o rellenadas de una matriz areno-limosa, limo-arcillosa no plástica a baja platicada, que en

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

conjunto se pueden constituir en buenos acuíferos o reservorios de aguas subterráneas. Los depósitos residuales son de naturaleza arcillosa, arcillo-arenosa, areno-limosa, de colores rojizos por la presencia de minerales expuestos a la oxidación que le dan un color característico a la zona de estudio, cuya potencia(espesor) es variable dependiendo de la zona.

#### **4.3.3.2. Aspectos Sísmicos**

El Perú se encuentra en el borde occidental de la placa continental sudamericana, debajo de la cual se sumerge la placa oceánica de Nazca, constituida por una corteza más densa que la anterior, casi frontalmente, con un buzamiento entre 20° y 30° y con una velocidad relativa de unos 10 cm. Por año. Desde la formación de los continentes ha estado bajo la acción y efectos de grandes terremotos, de cuyas referencias sólo se dispone a partir de la presencia española, basada en relatos y narraciones, y a partir del presente siglo, con datos instrumentales.

#### **4.3.4. Exploración de suelos del área de estudio**

Se realizó con fines de que el mismo representante el terreno de fundación. Realizando estudios del subsuelo, se determinará valores que servirán para el diseño de las estructuras del canal y alcantarillas.

##### **4.3.4.1. Excavaciones a cielo abierto (calicatas)**

Con la finalidad de determinar las propiedades índices, el perfil de suelos, se han seleccionado 2 calicatas o pozo a cielo abierto, distribuidos convenientemente en el área en estudio, que han sido excavadas con herramientas manuales (palas, picos y barretas) de las calicatas de han realizado muestreo alterado e inalterado.

**Muestreo alterado.** – se ha recolectado 4 muestras.

**Muestreo inalterado.** - se han recuperado muestras inalteradas a una profundidad promedio de 2.00 metros y acondicionadas para el traslado al laboratorio en total 02 muestras Mib, para realizar el ensayo de corte directo.

*Tabla 3.* Registro de excavaciones.

calicatas (C)	Profundidad (m)	Progresiva (Km)	Coordenadas	
			Este	Norte
C-02	2.00	KM 00+070	243410.71	9343085.90
C-27	1.50	KM 11+640	251068.03	9349863.73

*Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM*

#### 4.3.4.2. Características de las calicatas

Las calicatas fueron realizadas según la norma técnica ASTM D 420. El estudio de mecánica de suelos (EMS), nos ha permitido examinar en su estado natural las características de los tipos de suelo, que constituyen cada estrato de la zona en estudio, haciendo una descripción completa de los mismos, midiendo su potencia y clasificación los suelos en forma precisa por su textura.

#### 4.3.4.3. Ensayos de laboratorio

Las muestras tomadas en las progresivas antes mencionadas fueron remitidas a laboratorio para su procesamiento. Los ensayos a los cuales fueron sometidas las muestras tiene como manco o standard las normas ASTM y / o AASHTO actualmente vigentes, las cuales son:

Descripción visual – manual	ASTM D2488
Peso volumétrico del suelo	ASTM D1556

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

Determinación del contenido de humedad	ASTM D-2216
Determinación del material que pasa el tamiz N° 200	ASTM- D1140
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM- D422
Determinación del límite líquido	ASTM –D423
Determinación del límite plástico	ASTM –D424
Clasificación de SUCS	ASTM- D2435
Clasificación AASHTO	ASTM –D3282
Corte directo	ASTM- D3080
Proctor modificado	ASTM- D1557
Valor relativo de soporte (CBR)	ASTM- D1883
Contenido de sales solubles en suelos	NTP 339.152
Contenido de cloruros solubles en suelo	NTP 339.177

#### **4.3.4.4. Perfil del suelo**

Obtenido los resultados de laboratorio se confecciono el perfil de suelo teniendo en cuenta el eje de las calicatas exploradas, encontrándose casi un perfil del suelo homogéneo por tramos de la canal el cual se verificará en el perfil estratigráfico del suelo, en su mayoría comprenden de suelos finos de limos y arcillas rojas de baja plasticidad, que son consideradas como terreno de fundaciones regular a malas por sus propiedades que presentan.

- **Calicata N° 02 (0+070)**

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. conformado por un suelo arcilloso con presencia de gravas y materia orgánica.



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

Un segundo estrato de 0.20 a 0.20 m. conformado por un limo inorgánico de baja plasticidad con presencia de gravas y rocas de gran tamaño, de color marrón, de consistencia dura, resistencia al corte eficiente, comprensible y expansión mínima en condiciones saturadas, con  $LL= 29.39\%$ , e  $IP =4.00\%$ , contiene 20.09% de gravas, 25.06% de arena y 54.85% de limos y arcillas, siendo su clasificación SUCS MIg Y AASTHO A-4(1).

- **Calicata N°27 (11+640)**

Un primer estrato de 0.00 a 0.30 m. conformado por un suelo arcilloso - limoso de color negro, con presencia de raíces y materia orgánica. Un segundo estrato de 0.30 a 1.50 m. conformado por un limo inorgánico de baja plasticidad de color beige, de consistencia semiblanda, resistencia al corte deficiente, compresibilidad y expansión moderada en condiciones saturadas, con  $LL=24.63\%$ , e  $IP=9.08\%$ , contiene 20.02% de arenas y 79.60% de limos y arcillas, siendo su clasificación SUCS ML y AASHTO A-4(6).

#### **4.3.4.5. Capacidad de soporte de la subrasante (CBR)**

Con fines de efectuar la evaluación de la capacidad de soporte del suelo, se realizan los trabajos de exploración de campo, muestreo, procesamiento en laboratorio acorde con los requerimientos mencionados en los términos de referencia, y de acuerdo a la condición del estado actual del trazo.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

**Tabla 4.** Capacidad de soporte de los suelos.

MUESTRA	TERRENO NATURAL	
	02	27
Calicata N°	02	27
Ubicación (Km)	0+500	11+640
Máx. Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.099	1.964
Optima Humedad (%)	10.10	13.50
CBR. AL 95% de MDS	<b>14.50</b>	<b>4.60</b>
CBR AL 100% de MDS	20.44	6.16

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

#### 4.3.4.6. Clasificación del suelo

Como resultado de los ensayos practicados a los diferentes tipos de suelos del canal se obtuvieron las clasificaciones, tanto en el sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS), como en el de la American Association of State Highway and transportation Officials (AASHTO).

**Tabla 5.** Clasificación de los suelos.

MUESTRA	TERRENO NATURAL	
	02	27
Calicata N°	02	27
Ubicación (Km)	0+070	11+640
Materia < N° 200 (%)	54.85	79.60
Material < N°4 (%)	79.91	99.63
Humedad Natural (%)	27.71	24.67
Limite Liquido (%)	NP	24.63
Índice Plástico (%)	NP	9.08
Clasificación SUCS	<b>MLg</b>	<b>ML</b>
Clasificación AASHTO	<b>A-4(1)</b>	<b>A-4(6)</b>

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

#### **4.3.4.7. Nivel de la napa freática**

No se halló el nivel freático hasta la profundidad de exploración realizada, por lo que no habrá modificaciones en las ecuaciones de capacidad de carga en el cálculo de la carga de rotura, pero si se encontró la presencia de filtraciones de agua en las paredes de la calicata.

#### **4.3.4.8. Clasificación de terreno para excavación**

Desde el punto de vista del movimiento de tierras para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, así como para la línea de conducción, aducción y distribución en el tipo de suelos encontrados hemos creído conveniente describir los tipos de excavaciones e indicar en un cuadro representativos los tipos:

- A. **Excavación en terreno blando suave.** Puede ser ejecutada valiéndose exclusivamente de la pala. El material del suelo puede ser de tipo arenoso, arcilloso o limoso, o una mezcla de estos materiales; también puede contener materiales de origen orgánico.
- B. **Excavación en terreno semiduro.** Puede ser ejecutada valiéndose de picota, barretas y palas. El material puede ser en tal caso una mezcla de grava, arena y arcilla, moderadamente consolidada, o bien una arcilla fuertemente consolidada.
- C. **Excavación en terreno duro.** Puede ser ejecutada exclusivamente del chuzo, picotas, barretas y la ayuda de palanas. El material puede ser una mezcla de grava, arena y arcilla, fuertemente consolidada.
- D. **Excavación en terreno muy duro.** Puede ser ejecutada valiéndose necesariamente del uso de maquinaria especializada. El tipo de material puede ser una arcilla de consistencia firme o roca semidescompuesta.
- E. **Excavación en roca.** La que precisa para su ejecución del uso de explosivos. El material puede estar constituido por un manto de roca, o

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

por piedras de gran tamaño, que no pueden ser removidas mediante el uso de maquinaria.

Para establecer de forma precisa el tipo de excavación presentamos el siguiente cuadro:

**Tabla 6.** Clasificación de terrenos para excavación.

CALICATA MUESTRA	DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	PROFUNDIDAD MUESTRA m.	CONSISTENCIA	TIPO DE EXCAVACION				
				A	B	C	D	E
C - 02	ALIVIADERO	0.20 – 2.00	MUY DURA				X	
C - 27	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	0.30 – 1.50	SEMIBLANDA		X			

*Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM*

#### 4.3.5. Análisis de la cimentación

##### 4.3.5.1. Calculo y análisis de la capacidad admisible de carga

Para obtener el cálculo de esfuerzo admisible del terreno de fundación y del asentamiento inmediato de las cimentaciones de concreto armado, se emplean las siguientes ecuaciones:

**Carga de rotura:** la “Ecuación de la Teoría de Capacidad de Carga de Terzaghi”, el cual fue propuesto por Karl Terzaghi en 1943 para el caso de zapata corridas que exhibe falla local por corte en suelos. Para el cálculo de la carga de rotura, se tuvo presente un factor de seguridad de 3.00 y los siguientes parámetros geotécnicos de resistencia:

$$q_u = \frac{2}{3} CN'c + \gamma DfN'q + 0.5\gamma BN'\gamma$$

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

Donde:

$q_u$  = Capacidad de carga (Kg/cm<sup>2</sup>).

$q_{adm}$  = Capacidad admisible de carga (Kg/cm<sup>2</sup>).

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

$Df$  =Profundidad de la cimentación (m).

$\gamma$  =Peso volumétrico del suelo (Kg/m<sup>3</sup>).

$B$  =Dimensión de la zapata (m).

$N'c, N'q, N'\gamma$ =Factores a dimensionales de capacidad de carga.

$C$  =Cohesión (Kg/m<sup>2</sup>).

$Fs$  =Factor de seguridad.

### **CALICATA C-02/M-II**

- Angulo de fricción interna :  $\phi = 14^\circ$
- Cohesión :  $C = 0.30 \text{ kg/cm}^2$
- Peso volumétrico :  $\gamma = 1.80 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$
- Profundidad de la cimentación :  $Df = 1.50 \text{ m}$
- Factor de carga:
  - $N'c = 9.31$
  - $N'q = 2.55$
  - $N'\gamma = 0.48$
- Ancho de Cimentación :  $B = 1.50 \text{ m}$
- Factor de seguridad  $Fs = 3.0$

$$q_{adm} = 0.872 \text{ Kg/cm}$$

### CALICATA C-27/M-II

- Angulo de fricción interna :  $\phi = 21^\circ$
  - Cohesión :  $C = 0.14 \text{ kg/cm}^2$
  - Peso volumétrico :  $\gamma = 1.81 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$
  - Profundidad de la cimentación :  $Df = 1.50 \text{ m}$
  - Factor de carga:
    - $N'c = 12.37$
    - $N'q = 4.17$
    - $N'\gamma = 1.35$
  
  - Ancho de Cimentación :  $B = 1.50 \text{ m}$
  - Factor de seguridad :  $Fs = 3.0$
- $qadm = 0.823 \text{ Kg/cm}^2$

#### 4.3.5.2. Cálculo de asentamiento inmediato

##### Calculo de Asentamiento Aplicando el método elástico.

Se calculará en base a la teoría de la elasticidad conociendo el tipo de cimentación superficial recomendado, el asentamiento inicial elástico para:

$$\delta = \frac{q \times B \times (1 - u^2)}{Es} \times If$$

##### Donde:

- $\delta$  = Asentamiento probable en cm.
- $q$  = Esfuerzo neto Transmitido en Tn/m<sup>2</sup>.
- $B$  = Ancho de la Cimentación Zapata en m.
- $Es$  = Modulo de elasticidad en Tn/m<sup>2</sup>.
- $u$  = Relación de Poissón.
- $If$  = Factor de influencia, en función de la forma y rigidez de la cimentación.

**Calicata N° 02:**

$\delta$  = Asentamiento probable.

$q$  = 8.72 Tn/m<sup>2</sup>.

$B$  = 1.50 m.

$E_s$  = 2000 Tn/m<sup>2</sup>.

$u$  = 0.30

$I_f$  = 0.82

Reemplazando valores se tiene:

$$\delta = \frac{0.872 \times 150 \times (1 - 0.30^2)}{200} \times 0.82$$

$$\delta = 0.49 \text{ cm } Ok < 2.54 \text{ cm}$$

**Calicata N° 27:**

$\delta$  = Asentamiento probable.

$q$  = 8.23 Tn/m<sup>2</sup>.

$B$  = 1.50 m.

$E_s$  = 2000 Tn/m<sup>2</sup>.

$u$  = 0.30

$I_f$  = 0.82

Reemplazando valores se tiene

$$\delta = \frac{0.823 \times 150 \times (1 - 0.30^2)}{200} \times 0.82$$

$$\delta = 0.46 \text{ cm } Ok < 2.54 \text{ cm}$$

- Los resultados de la capacidad admisible de carga ( $q_{adm}$ ) para los ensayos de cada calicata son de acuerdo a su profundidad de cimentación:  $D_f = 1.50$

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

m. y asumiendo un ancho de cimentación de 1.50 m.

- Se tomó en cuenta el valor mínimo  $FS= 3$ , en función del tipo de suelos encontrado y que se encuentre en los parámetros especificados en la norma técnica de edificaciones E 0.50 – suelos y cimentaciones.
- El análisis y cálculo del asentamiento inmediato se tomó como “esfuerzo transmitido” al “valor de carga estimado”.

#### **4.3.6. Conclusiones y recomendaciones del EMS**

- No se observa la presencia de nivel freático a una profundidad de exploración, pero si se encontró la presencia de filtraciones de agua en las paredes de las calicatas, por la cercanía del actual canal o las chacras de arroz.
- En la superficie del proyecto existe suelo contaminado con materia orgánica el cual deberá escarificarse y eliminarse en un promedio de 0.40 metros para luego mejorar y estabilizar por cualquier método que crea conveniente el que efectuará la obra.
- Se recomienda emplear un espesor mínimo de solado de 10cm. En todo el tramo del canal proyectado.
- Realizar mejoramiento del suelo 60 cm. Debajo del nivel del solado con material de cantera seleccionado, de manera que cumpla con los requisitos de CBR mayor a 6.00%.
- Los controles del porcentaje de compactación se deberán realizar tanto para la subrasante como para la capa de afirmado, se deberá realizar un ensayo de compactación por cada 250 ml de superficie terminada.



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia*

- Para el diseño de cimentación se recomienda utilizar un concreto con aditivo impermeabilizante, debido a la presencia de filtraciones de agua el tramo del proyecto.
- El cemento a utilizar para los cimientos se recomienda el portland tipo I.
- El agua a ser utilizado para la mezcla del concreto, debe cumplir con la norma E-0.60, se recomienda utilizar el agua potable.
- Los parámetros geotécnicos de resistencia obtenidos en laboratorio en las calicatas donde se proyecta las estructuras son:

$$c - 2 q_{adm} = 8.72 \text{ Tn/m}^2$$

$$c - 27 q_{adm} = 8.23 \text{ Tn/m}^2$$

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

#### **4.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO**

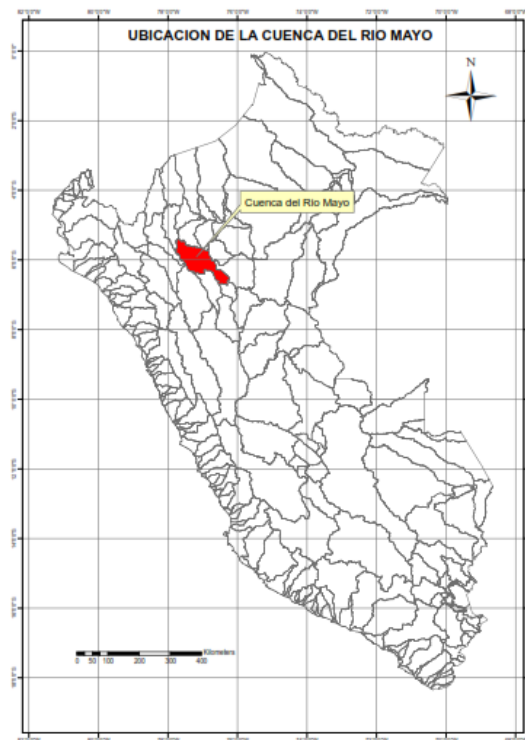
##### **4.4.1. Antecedentes.**

Se cuenta con un estudio hidrológico que ha sido encargado por el Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) a la empresa Consultora CONSORCIO STOKES en el año 2018 a fin de cuantificar el uso actual de agua en la Toma de Captación del Canal Michuco, estimar la oferta hídrica superficial y evaluar el balance hídrico.

Se presenta la ubicación del área de estudio correspondiente al Punto de captación del Canal Michuco que pertenece a la Cuenca del Rio Yuracyacu

y este Pertenece a la Cuenca del Rio Mayo; así mismo esta se ubica políticamente en el Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Región San Martín, Perú.

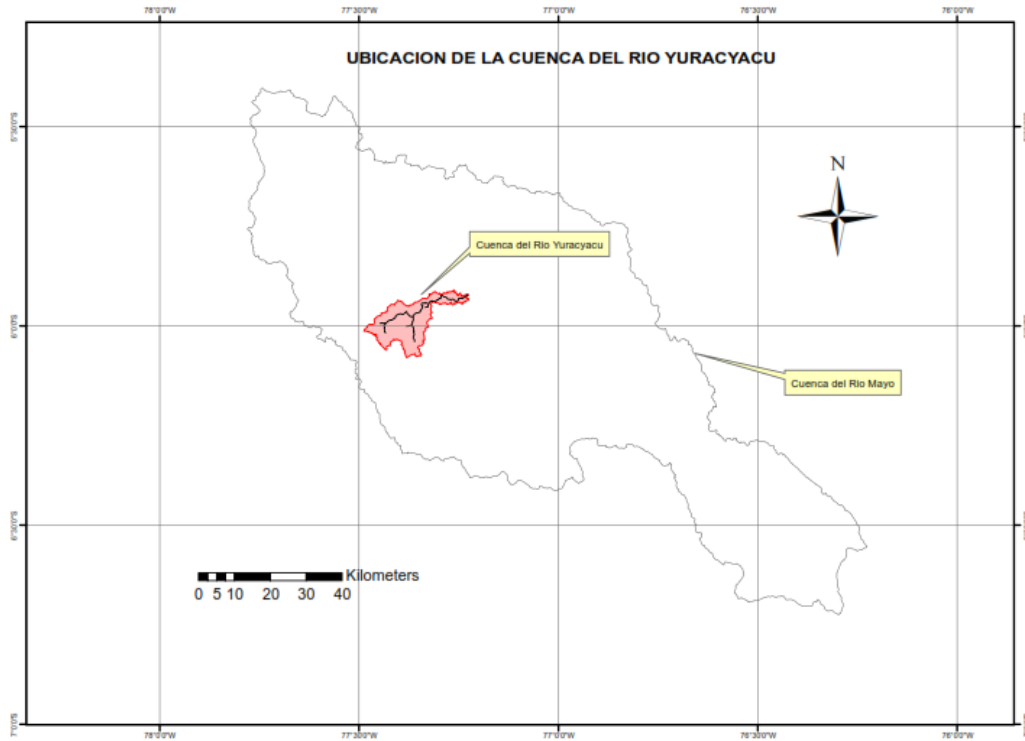
**Figura 6.** Ubicación de la cuenca del rio Mayo (*Fuente: GORESAM – PEAM*)



*Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM*

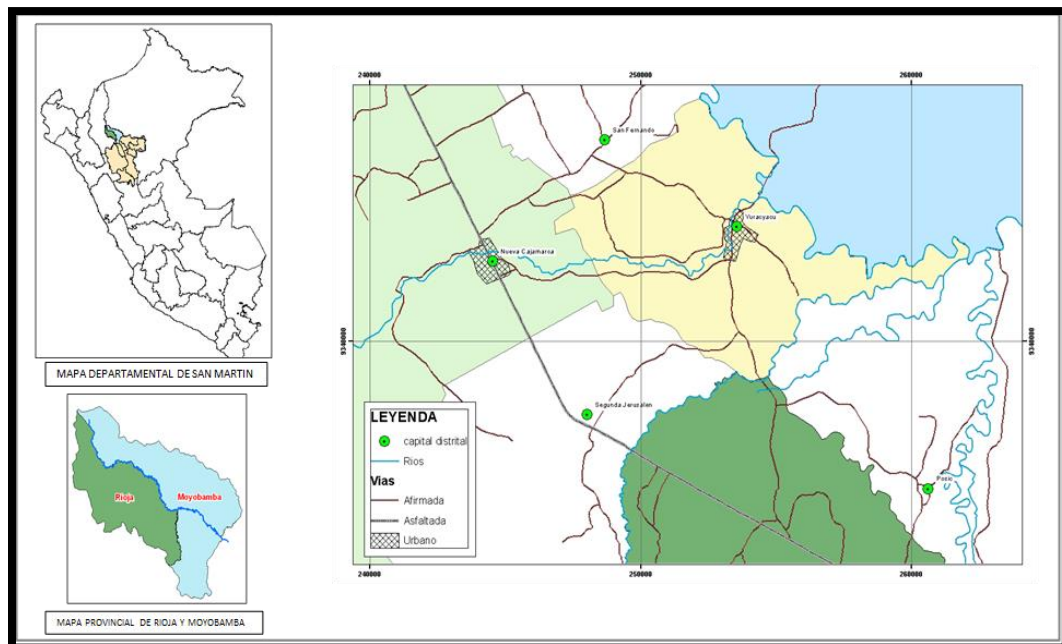
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Figura 7.** Ubicación de la cuenca Yuracyacu



Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

**Figura 8.** Ubicación de la cuenca del Rio Yuracyacu



Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

#### 4.4.2. Caudales Medios Anuales

En la Tabla 7 se presenta los resultados de la estimación de caudales medios anuales para los diferentes puntos de interés.

**Tabla 7.** Caudales Medios Anuales en la captación

ID	Punto de Interés	Curso	Descripción	Área Aportante (km <sup>2</sup> )	Precipitación Media Anual (Considerando la relación Precipitación Altitud)		Caudal medio anual (m <sup>3</sup> /s)
					Altitud media de cuenca (msnm)	Precipitación Media Anual (mm)	
1	PC-1	Rio Yuracyacu	Ubicación en la entrega con el Rio Mayo	229.0	1763.00	1486.65	9.01
2	PC-2	Canal Michuco	Ubicación de la Captación y/o Toma del Canal Michuco	174.33	1905.16	1491.33	6.88

*Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM*

#### 4.4.3. Caudales Mensuales

##### Cuenca del Rio Yuracyacu.

En la Tabla 8 se presenta el resumen estadístico de los caudales mensuales obtenidos para el punto de entrega del Rio Yuracyacu con el Rio Mayo, en tanto que el Gráfico 5.2 se presenta la variación mensual de los caudales y sus respectivos niveles de persistencia.

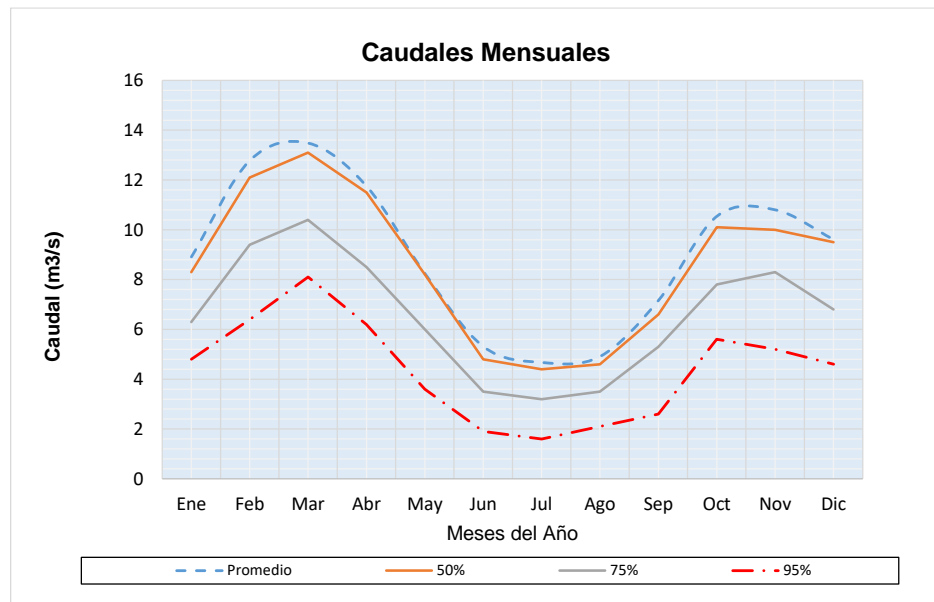
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Tabla 8.** Caudales Medios Mensuales en punto del Rio Yuracyacu

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media anual (m3/s)
<b>Promedio</b>	8.91	12.78	13.48	11.75	8.24	5.31	4.67	4.91	7.16	10.54	10.8	9.61	9.01
<b>Persistencia 50%</b>	8.3	12.1	13.1	11.5	8.2	4.8	4.4	4.6	6.6	10.1	10.0	9.5	8.60
<b>Persistencia 75%</b>	6.3	9.4	10.4	8.5	6.0	3.5	3.2	3.5	5.3	7.8	8.3	6.8	6.58
<b>Persistencia 95%</b>	4.8	6.4	8.1	6.2	3.6	1.9	1.6	2.1	2.6	5.6	5.2	4.6	4.40

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

**Figura 9.** Caudales Medios Mensuales en punto del Rio Yuracyacu



Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

De los resultados obtenidos se observa que las mayores descargas ocurren entre los meses de octubre a abril, mientras que las menores descargas ocurren entre los meses de junio y septiembre.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Cuenca en el Punto de Captación y/o Toma del Canal Michuco.**

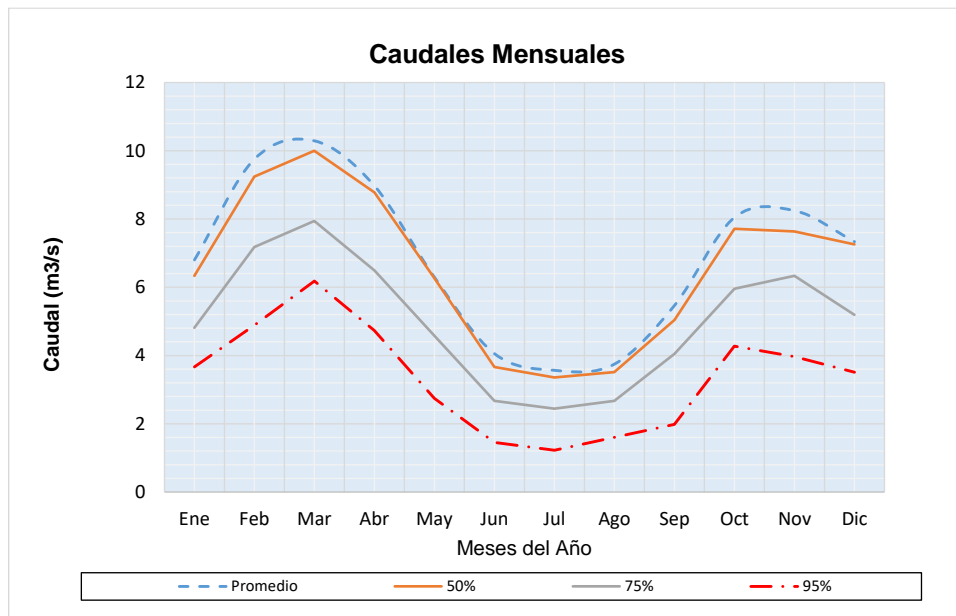
En la Tabla 9 se presenta el resumen estadístico de los caudales mensuales obtenidos para el punto de captación (Ubicación de la Captación Canal Michuco).

**Tabla 9.** Caudales Medios Mensuales en punto de Captación

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Media anual (m3/s)
<b>Promedio</b>	6.80	9.76	10.29	8.97	6.29	4.05	3.57	3.75	5.47	8.05	8.25	7.34	6.88
<b>Persistencia 50%</b>	6.34	9.24	10.00	8.78	6.26	3.67	3.36	3.51	5.04	7.71	7.64	7.25	6.57
<b>Persistencia 75%</b>	4.81	7.18	7.94	6.49	4.58	2.67	2.44	2.67	4.05	5.96	6.34	5.19	5.03
<b>Persistencia 90%</b>	3.67	4.89	6.19	4.73	2.75	1.45	1.22	1.60	1.99	4.28	3.97	3.51	3.35

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

**Figura 10.** Caudales Medios Mensuales en punto de Captación



Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

De los resultados obtenidos se observa que las mayores descargas ocurren entre los meses de noviembre a mayo, mientras que las menores descargas ocurren entre los meses de junio y octubre.

#### **4.4.4. Cuantificación de Usos de Agua con Fines Agrícolas.**

El principal usuario agrícola existente de las aguas del Canal Michuco es la Comisión de Usuarios que al momento dispone de una extensión de 2,405 ha de terrenos agrícolas.

En la presente sección se realizará la estimación de la cantidad de agua requerida por los usuarios, considerando fines agrícolas; para tal fin se tendrá en consideración la extensión de los terrenos agrícolas, los tipos de cultivos y su ciclo vegetativo de siembra y cosecha. Es necesario mencionar que el procedimiento seguido estima la cantidad requerida para satisfacer la demanda de agua de los cultivos, esto no es necesariamente igual a la cantidad de agua que realmente se capta de las fuentes de agua.

#### **4.4.5. Metodología de estimación.**

Para la estimación de la cantidad de agua que se usa para fines agrícola se empleó el método recomendado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). El empleo de esta metodología requiere conocer:

- a) La cédula de cultivo (tipo de cultivo y extensión de terreno cultivado).
- b) El calendario de siembra y cosecha.
- c) El coeficiente de uso consuntivo del cultivo ( $K_c$ ).
- d) La precipitación efectiva.
- e) La Evapotranspiración del Cultivo de Referencia.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

#### 4.4.5.1. Cédulas de Cultivo.

La cédula de cultivo tiene información de la distribución de los cultivos de acuerdo a su tipología y a su extensión. En la Comisión de Usuarios, a partir del trabajo de campo y el análisis de la información secundaria, se han identificado que la siembra principal es el arroz.

**Tabla 10.** Cultivos principales de la Comisión de Usuarios

Cultivo	Área total (ha)	Porcentaje (%)
Arroz	2405	100%
<b>Total</b>	<b>2405 ha</b>	<b>100%</b>

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

Para fines de análisis, la cédula de cultivo ha sido elaborada considerando la distribución de cultivos por laterales del canal de riego, en la Tabla 10 se presenta la cédula de cultivo correspondiente a los beneficiarios del Sistema de Riego.

#### 4.4.5.2. Calendario de Siembra y Cosecha.

En la Tabla 11 se presenta el calendario de siembra y cosecha de los cultivos del área de estudio. Esta información fue obtenida a partir de las recomendaciones agronómicas y de reportes anteriores de evaluación de uso agrícola dentro del área de estudio.

Se observa que los cultivos:

**Tabla 11.** Calendario de siembra y cosecha de los cultivos.

Id	Cultivos principales	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	Arroz												

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

El conocimiento de las etapas de desarrollo de los cultivos permitirá estimar el volumen de agua necesario para cubrir los requerimientos de agua para uso agrícola y su variación estacional.

**4.4.5.3. Coeficientes de Uso Consuntivo (Kc).**

Para determinar el valor del coeficiente de uso consuntivo del cultivo (Kc) se tuvo en consideración las recomendaciones presentadas en el Manual de Evapotranspiración de la FAO. Asimismo, se tuvo en cuenta los valores considerados representativos de estudios anteriores del área en estudio.

En la Tabla 12 se presenta el listado de los valores del Coeficiente de Uso Consuntivo Kc para cada uno de los cultivos identificados en el área de estudio.

*Tabla 12. Coeficientes de Uso Consuntivo (Kc) de los Cultivos.*

<b>Id</b>	<b>Cultivos principales</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
1	Arroz	0.90	1.05	1.05	1.10	1.20	0.90	-	-	1.05	1.05	1.10	1.20

*Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM*

**4.5.6. Uso de Agua de los Cultivos.**

A continuación, se describe el proceso que se ha seguido para estimar el uso de agua agrícola en el área de estudio.

Perú: 200 años de Independencia”

El Requerimiento de Riego Neto (Irr. Req) representa una lámina de agua que el cultivo necesita por unidad de área, esta variable al ser multiplicada por el área de cada uno de los elementos presentados en la Cédula de Cultivo, da como resultado el volumen de agua que tiene que suministrarse por riego a cada tipo de cultivo.

**Tabla 13.** Estimación De La Demanda - Arroz

DEMANDA DE AGUA CULTIVO DE ARROZ - M3/MES														
PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1. Evotransp. Potencial	(mm/mes)	96.29	82.96	94.28	95.64	92.83	87.97	95.10	109.60	105.86	114.42	105.40	98.61	1,178.96
1. Evotransp. Potencial	(mm/día)	3.11	2.96	3.04	3.19	2.99	2.93	3.07	3.54	3.53	3.69	3.51	3.18	
2. Kc		0.90	1.05	1.05	1.10	1.20	0.90			1.05	1.05	1.10	1.20	
3. Evotransp. Real o Uso consuntivo	(mm/día)	2.80	3.11	3.19	3.51	3.59	2.64	0.00	0.00	3.71	3.88	3.86	3.82	
4. Pp. Total Promedio diario (mm/	(mm/día)	3.87	6.00	5.35	5.27	3.26	2.49	1.94	2.28	3.23	4.40	4.59	3.90	
5. Precip. Efect. FAO/AGLW (mm/m	(mm/mes)	72.20	110.40	108.60	102.40	56.80	35.70	26.00	32.50	53.60	85.10	86.20	72.60	
5. Precip. Efect. FAO/AGLW (mm/d	(mm/día)	0.78	1.31	1.17	1.14	0.61	0.40	0.28	0.35	0.60	0.92	0.96	0.78	
6. Déficit de Humedad	(mm/día)	2.02	1.80	2.03	2.37	2.98	2.24	0.00	0.00	3.11	2.96	2.91	3.04	
7. Eficiencia de riego	(%)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	
8. N° días del mes	(días)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365.00
9. Numero de horas de jornada diaria de riego		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
10. Requerimiento de agua (6/7)	(mm/día)	6.12	5.44	6.14	7.18	9.04	6.80	0.00	0.00	9.42	8.97	8.81	9.20	
	(m3/ha/día)	61.19	54.45	61.38	71.79	90.38	67.95	0.00	0.00	94.23	89.71	88.09	92.02	
	(m3/ha/mes)	1,897	1,524	1,903	2,154	2,802	2,039	0	0	2,827	2,781	2,643	2,852	23,421
'Modulo de riego	l/s/ha	0.71	0.63	0.71	0.83	1.05	0.79	0.00	0.00	1.09	1.04	1.02	1.06	
11.-Área total	has	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	
12. Volumen demandado	m3/mes	4,561,799.1	3,666,386.1	4,576,350.6	5,179,544.0	6,738,567.1	4,902,774.7	0.0	0.0	6,798,594.9	6,688,402.2	6,355,516.2	6,860,226.1	56,328,160.9

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

**Tabla 14.** Requerimiento neto de agua de los predios agrícolas por tipo de cultivo

DEMANDA TOTAL CON PROYECTO (MMC)														
CULTIVOS	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ARROZ	MMC	4.562	3.666	4.576	5.180	6.739	4.903	0.000	0.000	6.799	6.688	6.356	6.860	56.328
DEMANDA TOTAL	MMC	4.562	3.666	4.576	5.180	6.739	4.903	0.000	0.000	6.799	6.688	6.356	6.860	56.328
ÁREA TOTAL	has	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	2,405.00	

DEMANDA TOTAL	m3/s	1.70	1.52	1.71	2.00	2.52	1.89	-	-	2.62	2.50	2.45	2.56
---------------	------	------	------	------	------	------	------	---	---	------	------	------	------

Máximo Caudal Requerido	m3/s	2.62
Mínimo Caudal Requerido	m3/s	0.00
Promedio Caudal Requerido	m3/s	1.79

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

#### 4.4.6. Balance hídrico

En la presente sección se contrastará el régimen de la oferta y el régimen de la demanda hídrica para cada punto de captación del área de estudio.

Para el caso de la oferta se va a considerar la oferta hídrica neta. El balance hídrico de la Zona de Estudio se ha desarrollado teniendo en cuenta la oferta del proyecto y la demanda proyectada del proyecto.

En la Tabla 15 y en la Figura 11 se presenta el balance hídrico para el punto de interés, el cual corresponde al punto de captación del Sistema de Riego del Canal Michuco.

Perú: 200 años de Independencia”

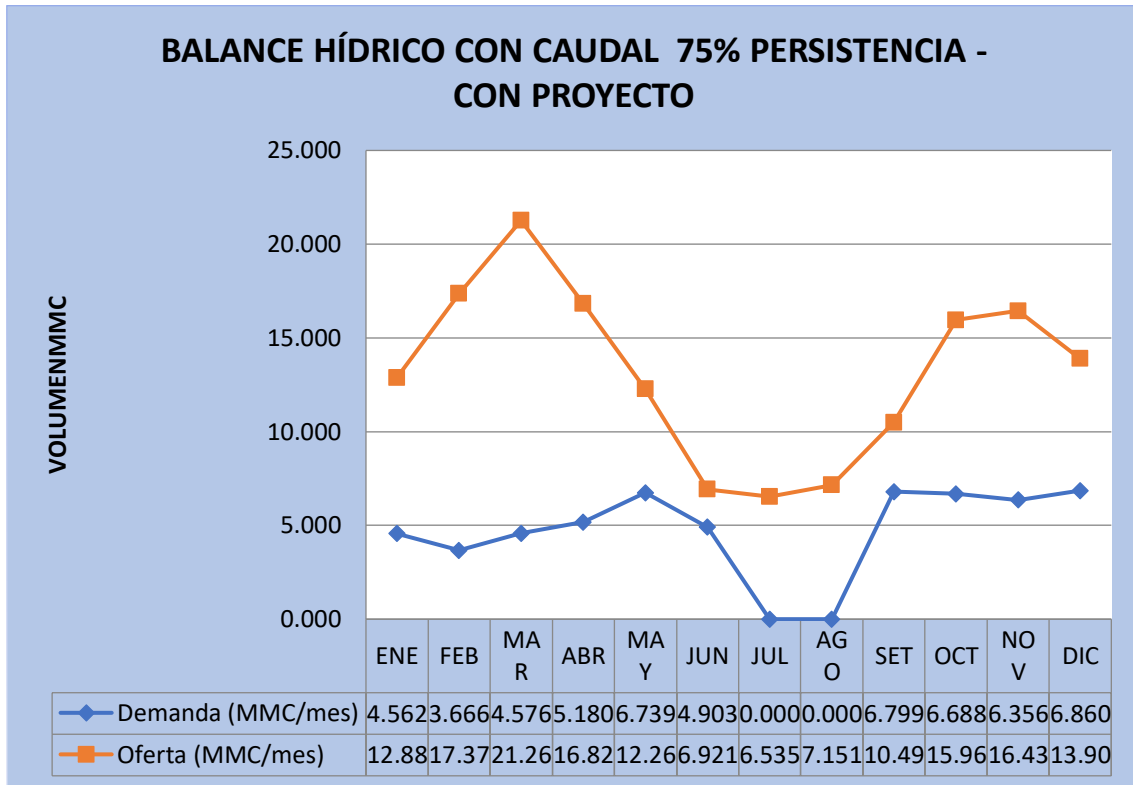
**Tabla 15.** Balance hídrico en el punto de interés (Fuente: GORESAM – PEAM)  
**BALANCE HÍDRICO CON CAUDAL 75% PERSISTENCIA - CON PROYECTO**

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	DEFICIT
Demanda	(MMC/mes)	4.562	3.666	4.576	5.180	6.739	4.903	0.000	0.000	6.799	6.688	6.356	6.860	<b>56.328</b>
Oferta	(MMC/mes)	12.883	17.370	21.266	16.822	12.267	6.921	6.535	7.151	10.498	15.963	16.433	13.901	<b>158.011</b>
<b>Balance</b>	<b>(MMC/mes)</b>	<b>8.32</b>	<b>13.70</b>	<b>16.69</b>	<b>11.64</b>	<b>5.53</b>	<b>2.02</b>	<b>6.54</b>	<b>7.15</b>	<b>3.70</b>	<b>9.27</b>	<b>10.08</b>	<b>7.04</b>	<b>101.68</b>
Demanda	m3/s	1.70	1.52	1.71	2.00	2.52	1.89	0.00	0.00	2.62	2.50	2.45	2.56	
Oferta	m3/s	4.81	7.18	7.94	6.49	4.58	2.67	2.44	2.67	4.05	5.96	6.34	5.19	
<b>Balance</b>	<b>m3/s</b>	<b>3.11</b>	<b>5.66</b>	<b>6.23</b>	<b>4.49</b>	<b>2.06</b>	<b>0.78</b>	<b>2.44</b>	<b>2.67</b>	<b>1.43</b>	<b>3.46</b>	<b>3.89</b>	<b>2.63</b>	

Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 11. Balance hídrico en el punto de interés



Fuente: Estudio Realizado por PEAM – GORESAM

#### 4.4.7. Conclusiones y Recomendaciones de Hidrología

En el área de estudio se han identificado a la Comisión de Usuarios del Canal Michuco que capta agua para uso agrícola en la mayoría de arroz.

Hasta el punto de captación y/o Toma de Captación del Canal Michuco proyectado para el estudio la cuenca aportante tiene un área de drenaje de 174.33 km<sup>2</sup>.

En el área de estudio se cuenta con información de 03 estaciones pluviométricas en el ámbito de la cuenca del Río Yuracyacu, estas estaciones disponen de un registro histórico de al menos 48 años. A partir del procesamiento y análisis de esta información se obtuvo que la precipitación media anual en el periodo 1965-2013 representativa para la Cuenca del Río

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Yuracyacu de 1486.65 mm, mientras que para la cuenca en el punto de captación del Canal Michuco la precipitación es de 1491.33 mm.

En el área de estudio no se dispone de registro de caudales proveniente de estaciones hidrométricas, por dicho motivo los caudales han sido estimados empleando el modelo Témez que es un modelo continuo que permite estimar la oferta hídrica a nivel mensual a partir de información de precipitaciones mensuales. Este método se realizó a manera de comparación con la información existente del Informe Final de Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Huallaga – Estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua en el Año 2015. Así mismo se puede apreciar que la aproximación es bastante similar a lo realizado en la calibración del Estudio del ANA.

El caudal medio anual estimado para la cuenca del Rio Yuracyacu ascendió a 9.01 m<sup>3</sup>/s para el periodo 1965-2013, mientras que para el actual sitio de captación y/o Toma del Canal Michuco ascendió a 6.88m<sup>3</sup>/s para el mismo periodo.

Dado que la información hidrométrica en el área de estudio es inexistente se recomienda que se implemente un plan de monitoreo continuo en las Zonas de Estudio a fin de obtener registros de caudales con los cuales se podrá proyectar y programar mejores usos de agua de acuerdo al conocimiento de la oferta hídrica real.

Se recomienda que la Comisión de Usuarios implemente mejoras en su sistema de riego, ello disminuirá el uso actual del agua y permitirá tener mayores ofertas hídricas a fin de considerar la implementación de nuevos proyectos de riego.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

## 4.6. MEMORIA DE CÁLCULOS Y DISEÑOS

### 4.6.1. Criterios de Diseño hidráulico

- La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.
- La transición tanto de entrada como de salida en algunos casos se conectan a la alcantarilla mediante una rampa con inclinación máxima de 4:1
- El talud máximo del camino encima de la alcantarilla no debe ser mayor de 1.5:1
- En cruce de canales con camino, las alcantarillas no deben diseñarse en flujo supercrítico
- Se debe determinar la necesidad de collarines en la alcantarilla
- Normalmente las alcantarillas trabajan con nivel del agua libre, llegando a mojar toda su sección en periodos con caudales máximos.
- Las pérdidas de energía máximas pueden ser calculadas según la fórmula:

$$Perd. = (Pe + Pf + Ps) \times \left( \frac{Va^2}{2g} \right)$$

Donde:

Pe = Pérdidas por entrada

Ps = Pérdidas por salida

Pf = Pérdidas por fricción en el tubo

Va = Velocidad en la alcantarilla

- El factor f de las pérdidas por fricción, se puede calcular mediante el diagrama de Moody o por el método que más se crea conveniente.

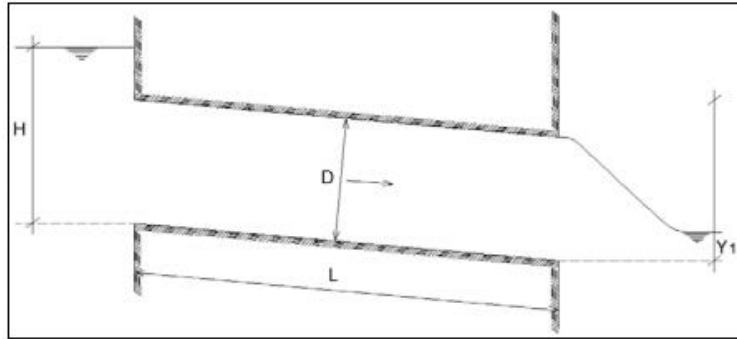
Tipo de alcantarilla a usar:

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

**Figura 12.** Vista de planta típica de las alcantarillas

**Tipo II: salida no sumergida**

**Figura 2**



*Cuadro de Caudales en el canal Principal*

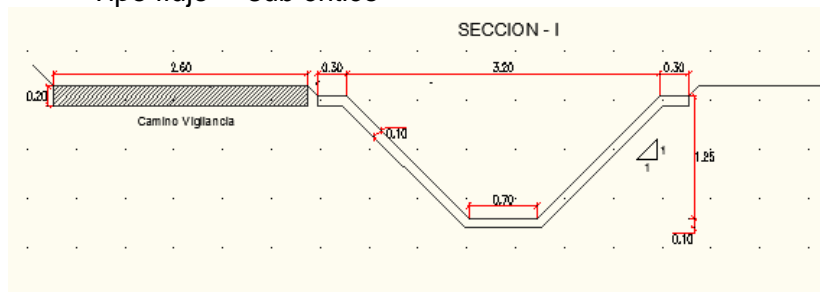


“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

#### 4.6.2. Diseño de Alcantarillas

Km	2+385	SECCION I
Longitud de Alcantarillas		L = 9.5 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	2.64	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.7	m
Z=	1.0	
n=	0.014	
Y <sub>n</sub> =	0.811	m
H=	1.25	m
B=	3.2	m
T=	2.32	m
V=	2.16	m/s
A=	1.22	m <sup>2</sup>
P=	2.99	m
R=	0.41	m
F=	0.95	

Tipo flujo sub critico



#### DISEÑO

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{2.64}{2.16} = 1.22 \text{ m}^2$$

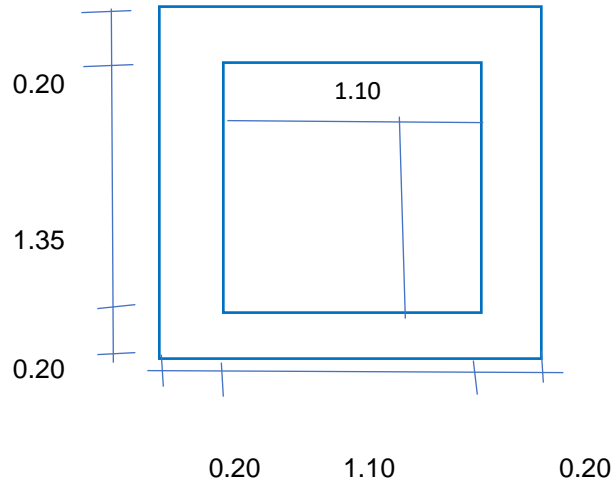
Si asumimos una plantilla de  $b = 1.10$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 1.22$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Área}}{\text{Plantilla}} = \frac{1.22}{1.10} = 1.11 \text{ m}$$

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de: 1.10 x 1.35, con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{m\acute{a}x}$ .



Longitud de transiciones					
$L_t =$	$T_1$				
	$\frac{2Tg}{\alpha/2}$				
$T_1 =$	$b + 2zy$	$=$	1.10	$+$	1.62
				$=$	<b>2.72</b> m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$L_t =$	$\frac{2.72}{2}$	$=$	<b>1.361</b>		m

Como  $L_t =$  resulta demasiado corto se toma:

**$L_t = D + b$**

$L_t = 1.35 + 1.10 = 2.45$  m

Se toma :  **$L_t = 2.45$**

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>				
<b>cota 1 = 857.367</b>	msnm		(del perfil del canal)	
<b>Nivel de agua en 1</b>	=	857.37	+	<b>Yn = 858.178</b>
<b>cota 2 = 858.178</b>	-	1.1	=	<b>857.08</b>
<b>cota 2 = 857.078</b>				
<b>Nivel de agua en 2</b>	=	857.08	+	1.1 = <b>858.178</b>

<b>Longitud de Alcantarilla</b>	
cota del camino	= 858.000
Cota del punto 2	= 857.078
Dif. De cotas	= 0.922
Longitud	= 9.5 m

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
<b>S = (V*n/r<sup>2/3</sup>)<sup>2</sup></b>	=	[[2.18*0.014]/[0.42 <sup>2/3</sup> ] <sup>2</sup>	=	0.03024 = <b>0.291</b>
				0.0560333
<b>S= 0.291</b>				
<b>Por criterio</b> La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>3 o/oo</b>		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	857.078	-	0.0285 = 857.049
<b>Cota de la Plantilla = 857.05</b>				
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>857.05</b>	<b>+</b>	<b>1.1</b>	<b>= 858.149</b>

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>				
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:				
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	9.5	+	4.9 = 14.40 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	14.40 = <b>0.0432 m</b>
Cota 1 - Densivel	=	857.37	-	0.0432 = 857.323
<b>Cota de la Plantilla en 4 = 857.323</b>				
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>857.32</b>	<b>+</b>	<b>0.811</b>	<b>= 858.134</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>	
<b>E°<sub>1</sub> = E<sub>4</sub> + Σ perdidas</b>	(A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Pérdidas por Entrada</b>				
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$				
Según las Ecuaciones Descritas				
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.86	=	1.9 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.74 m		
R =		0.41		
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>				

<b>Pérdidas por Fricción</b>				
S =		3.000	o/oo	
<b>Perdidas =</b>	9.5	*	0.003	= <b>0.0285</b>

<b>Pérdidas por Salida</b>				
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>				

<b>Sumatoria de Pérdidas</b>				
<b>Perd. = Pe + Pf + P:</b>	=	0.00	+	0.0285 + 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.0285</b>		

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)				
<b><math>E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}</math></b>				

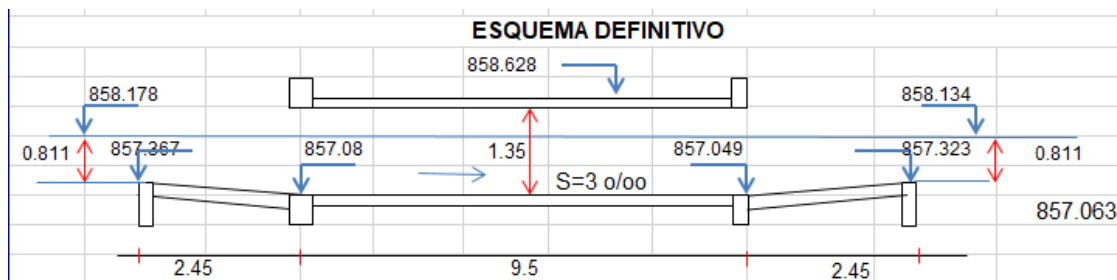
$Cota 1 + Yn + V2/2g = Cota 4 + Yn + Perd.$				
857.3665	+	0.811	+	0.238 = 857.323 + 0.811 + 0.03
		858.415	=	858.163
<b>Diferencia =</b>		<b>0.252</b>		

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

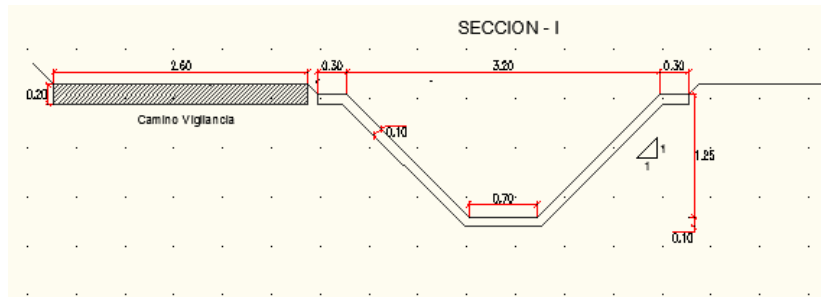
Inclinación de las Transiciones				
<b>Transición de Entrada</b>				
3	=	3	=	10.38 o sea 10.38 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.289		
<b>Transición de Salida</b>				
3	=	3	=	10.94 o sea 10.94 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.274		

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



Km	2+400	SECCION I
Longitud de Alcantarillas		L= 4.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	2.64	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.7	m
Z=	1.0	
n=	0.014	
Yn=	0.811	m
H=	1.25	m
B=	3.2	m
T=	2.32	m
V=	2.16	m/s
A=	1.22	m <sup>2</sup>
P=	2.99	m
R=	0.41	m
F=	0.95	
Tipo flujo	sub critico	

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{2.64}{2.16} = \mathbf{1.22}$$

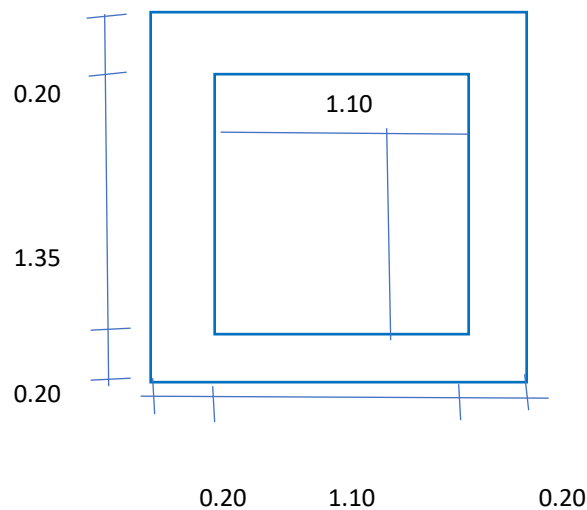
Si asumimos una plantilla de  $b = 1.10$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = \mathbf{1.22}$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{1.22}{1.10} = \mathbf{1.11}$$

$$\text{Tirante} = \mathbf{1.1 \text{ m}}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $1.10 \times 1.35$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<u>Longitud de transiciones</u>						
$L_t =$	$T_1$					
	$2Tg \alpha/2$					
$T_1 =$	$b + 2zy$	$=$	1.10	$+$	1.62	$=$ 2.72 m
$\alpha/2 =$	45°	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
$L_t =$	$\frac{2.72}{2}$	$=$	1.361	m		

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$L_t = D + b$					
$L_t =$	1.35	$+$	1.10	$=$	2.45 m

Se toma :  $L_t = 2.45$

<u>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</u>						
cota 1 =	857.329	msnm	(del perfil del canal)			
Nivel de agua en 1	$=$ 857.329	$+$	$Y_n$	$=$	858.140	
cota 2 =	858.14	$-$	1.1	$=$	857.040	
cota 2 =	857.040					
Nivel de agua en 2	$=$ 857.04	$+$	1.10	$=$	858.140	

<u>Longitud de Alcantarilla</u>		
cota del camino	$=$	858.500
Cota del punto 2	$=$	857.040
Dif. De cotas	$=$	1.460
Longitud	$=$	4.00 m

<u>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</u>						
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	$=$	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	$=$	0.03024	$=$	0.291
				0.056033333		
S =	0.291					

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual a la pendiente del canal.					
Entonces, Se Toma :	S	=	3 o/oo		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	857.040	-	0.012	= 857.028
<b>Cota de la Plantilla 3 =</b>	<b>857.028</b>				
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>857.028</b>	<b>+</b>	<b>1.10</b>	<b>=</b>	<b>858.128</b>

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	4.00	+	4.9	= 8.90 m
Desnivel = S canal*L alcant	=	0.003	*	8.90	= 0.0267 m
Cota 1 - Desnivel	=	857.329	-	0.0267	= 857.302
<b>Cota de la Plantilla en 4 =</b>	<b>857.302</b>				
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>857.302</b>	<b>+</b>	<b>0.811</b>	<b>=</b>	<b>858.113</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>					
$E_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente			

<b>Pérdidas por Entrada</b>					
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$					
Según las Ecuaciones Descritas					
$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805$	=	1.76	=	1.80	m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2$	=	1.313	m		
R =	0.41				
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>					

<b>Pérdidas por Fricción</b>					
S =	3.000	o/oo			
<b>Perdidas =</b>	<b>4</b>	<b>*</b>	<b>0.003</b>	<b>=</b>	<b>0.012</b>

<b>Pérdidas por Salida</b>					
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>					



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Sumatoria de Pérdidas						
Perd. = Pe + Pf + Ps	=	0.00	+	0.012	+	0.00
		<b>Perd.</b>	=	<b>0.012</b>		

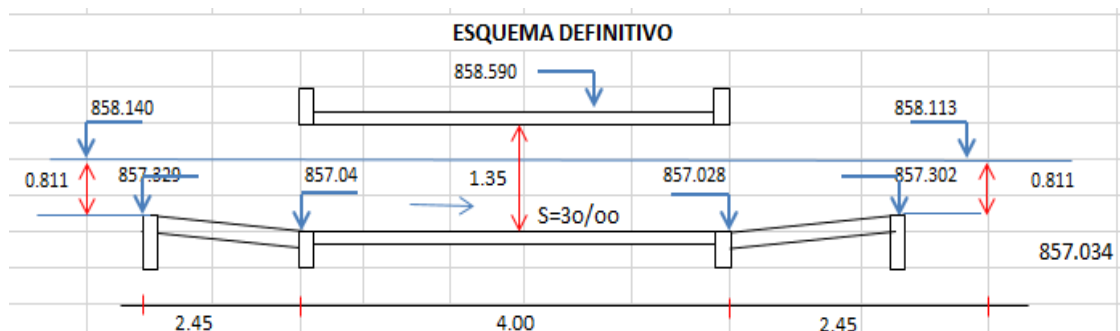
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)

E <sub>1</sub> = E <sub>4</sub> + Σ pérdidas						
Cota 1 + Yn + V <sup>2</sup> /2g = Cota 4 + Yn + Perd.						
857.329	+	0.811	+	0.238	=	857.302 + 0.811 + 0.012
		858.378	=	858.125		
		<b>Diferencia =</b>	<b>0.252</b>			

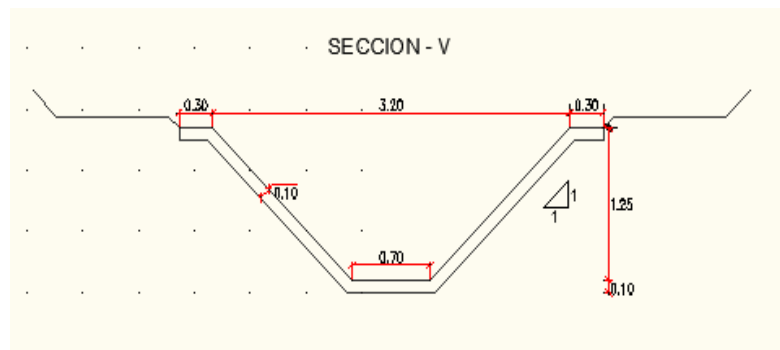
Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

Inclinación de las Transiciones						
Transición de Entrada						
3	=	3	=	10.38	o sea	10.38 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.289				
Transición de Salida						
3	=	3	=	10.94	o sea	10.94 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.274				
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan						



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Km	3+580	SECCION V
Longitud de Alcantarillas		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	2.64	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.7	m
Z=	1	
n=	0.014	
Yn=	0.811	m
H=	1.25	m
B=	3.2	m
T=	2.32	m
V=	2.16	m/s
A=	1.22	m <sup>2</sup>
P=	2.99	m
R=	0.41	m
F=	0.95	
Tipo flujo	sub critico	



**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{2.64}{2.16} = 1.22 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de b = 1.10 m., nos resulta un tirante de:

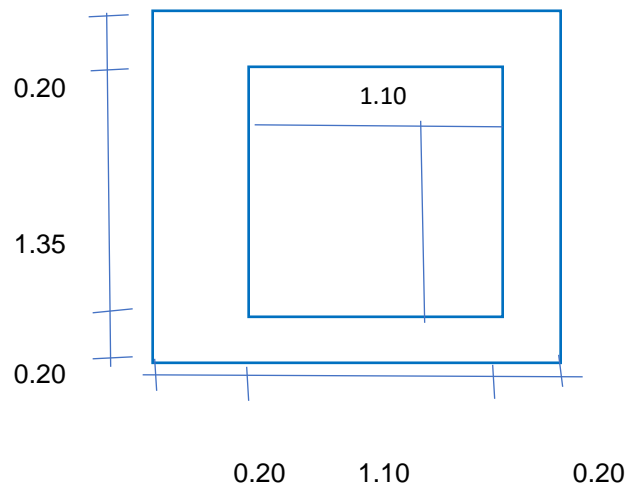
$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 1.22$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{1.22}{1.10} = 1.11 \text{ m}$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Tirante = 1.1 m**

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de: 1.10 x 1.35, con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{m\acute{a}x}$ .



<u>Longitud de transiciones</u>					
$L_t =$	$T_1$				
	$\frac{2Tg}{\alpha/2}$				
$T_1 =$	$b + 2zy$	$=$	1.10	$+$	1.62
		$=$			<b>2.72</b> m
$\alpha/2 =$	45°	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$L_t =$	$\frac{2.72}{2}$	$=$			<b>1.361</b> m
Como $L_t$ = resulta demasiado corto se toma:					
$L_t = D + b$					
$L_t =$	1.35	$+$	1.10	$=$	<b>2.45</b> m
Se toma :	$L_t$	$=$	<b>2.45</b>		

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>				
<b>cota 1 = 848.440</b>	msnm			(del perfil del canal)
<b>Nivel de agua en 1</b>	=	848.44	+	$Y_n$ = <b>849.251</b>
<b>cota 2 = 849.25</b>	-	1.1	=	<b>848.151</b>
<b>cota 2 = 848.151</b>				
<b>Nivel de agua en 2</b>	=	848.15	+	1.10 = <b>849.251</b>

<b>Longitud de Alcantarilla</b>	
cota del camino	= 849.500
Cota del punto 2	= 848.151
Dif. De cotas	= 1.349
Longitud	= 7.00 m

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	=	0.03024 = <b>0.291</b>
				0.0560333
<b>S = 0.291</b>				
<b>Por criterio</b> La pendiente de la alcantarilla debe ser igual a la pendiente del canal.				
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>3 o/oo</b>		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	848.151	-	0.021 = 848.130
<b>Cota de la Plantilla = 848.130</b>				
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>848.130 +</b>	<b>1.10</b>	<b>=</b>	<b>849.230</b>

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>				
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:				
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	4.9 = 11.90 m
<b>Desnivel = S canal * L alcant</b>	=	0.003	*	11.90 = <b>0.0357 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	848.44	-	0.0357 = 848.404
<b>Cota de la Plantilla en 4 =</b>	<b>848.404</b>			
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>848.4</b>	<b>+</b>	<b>0.811</b>	<b>= 849.215</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>	
$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$	(A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Pérdidas por Entrada</b>				
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$				
Según las Ecuaciones Descritas				
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	=	1.80 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m		
R =		0.41		
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>				

<b>Pérdidas por Fricción</b>				
S =		3.000 o/oo		
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003	= <b>0.021</b>

<b>Pérdidas por Salida</b>				
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>				

<b>Sumatoria de Pérdidas</b>						
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	=	0.00	+	0.021	+	0.00
<b>Perd. =</b>		<b>0.021</b>				

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)										
<b><math>E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}</math></b>										
Cota 1 + Yn + V2/2g = Cota 4 + Yn + Perd.										
848.44	+	0.811	+	0.238	=	848.404	+	0.811	+	0.02
				849.489	=	849.236				
<b>Diferencia =</b>		<b>0.252</b>								

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

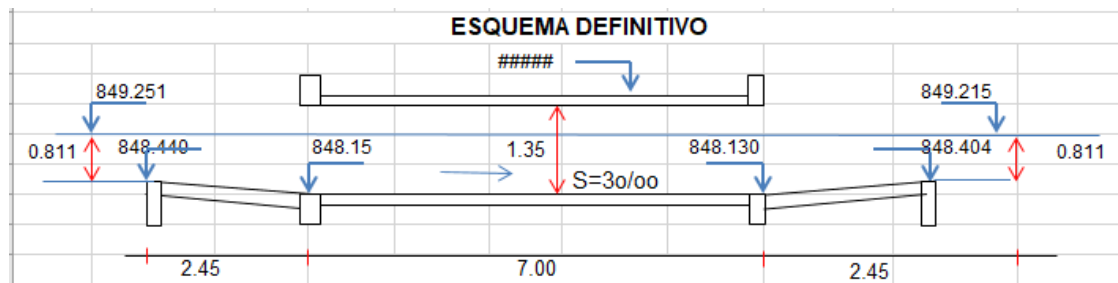
**Transición de Entrada**

3	=	3	=	10.38 o sea	10.38 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.289			

**Transición de Salida**

3	=	3	=	10.94 o sea	10.94 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.274			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



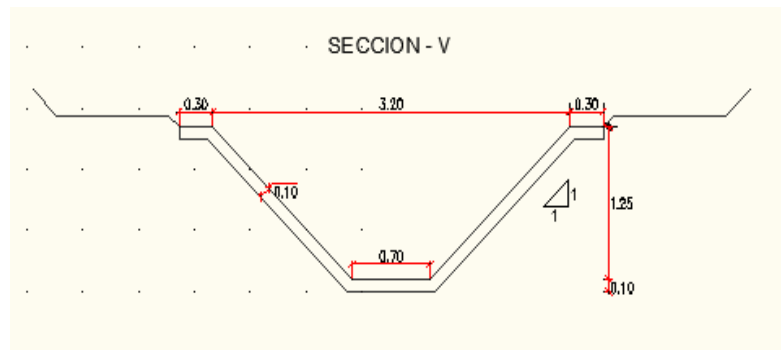
**Km 4+000 SECCION V**

Longitud de Alcantarillas L= 7.00 m

**Datos del Canal**

- Q= 2.64 m<sup>3</sup>/s
- S= 3 o/oo
- b= 0.7 m
- Z= 1
- n= 0.014
- Yn= 0.811 m
- H= 1.25 m
- B= 3.2 m
- T= 2.32 m
- V= 2.16 m/s
- A= 1.22 m<sup>2</sup>
- P= 2.99 m
- R= 0.41 m
- F= 0.95
- Tipo flujo sub critico

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{2.64}{2.16} = 1.22 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de  $b = 1.10 \text{ m.}$ , nos resulta un tirante de:

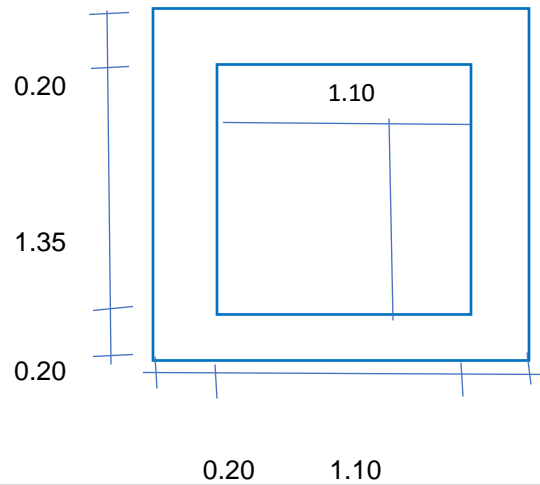
$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 1.22$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{1.22}{1.10} = 1.11 \text{ m}$$

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

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $1.10 \times 1.35$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx.}}$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



<u>Longitud de transiciones</u>	
$Lt = \frac{T1}{2Tg \alpha/2}$	
$T1 = b + 2zy = 1.10 + 1.62 = 2.72 \text{ m}$	
$\alpha/2 = 45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)
$Lt = \frac{2.72}{2} = 1.361 \text{ m}$	

Como  $Lt =$  resulta demasiado corto se toma:

$$Lt = D + b = 1.35 + 1.10 = 2.45 \text{ m}$$

Se toma :  $Lt = 2.45$

Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2

$cota 1 = 845.854$ msnm	(del perfil del canal)
$Nivel \text{ de agua en } 1 = 845.85 + Y_n = 846.665$	
$cota 2 = 846.665 - 1.1 = 845.565$	
$cota 2 = 845.565$	
$Nivel \text{ de agua en } 2 = 845.57 + 1.10 = 846.665$	



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Longitud de Alcantarilla</b>			
cota del camino	=	846.500	
Cota del punto 2	=	845.565	
Dif. De cotas	=	0.935	
Longitud	=	7.00 m	

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>			
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	= 0.03024 = <b>0.291</b>
			0.0560333
<b>S=</b>	<b>0.291</b>		
<b>Por criterio</b> La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.			
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>3 o/oo</b>	
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	845.565 - 0.021	= 845.544
<b>Cota de la Plantilla :=</b>	<b>845.544</b>		
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>845.544 +</b>	<b>1.10</b>	<b>= 846.644</b>

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>			
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:			
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00 + 4.9	= 11.90 m
<b>Desnivel = S canal * L alcant</b>	=	0.003 * 11.90	= <b>0.0357 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	845.85 - 0.0357	= 845.818
<b>Cota de la Plantilla en 4 =</b>	<b>845.818</b>		
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>845.82 +</b>	<b>0.811</b>	<b>= 846.629</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>			
$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente	

<b>Pérdidas por Entrada</b>			
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1 - (A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$			
Según las Ecuaciones Descritas			
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	= 1.80 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m	
R =	0.41		
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>			

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Pérdidas por Fricción</b>				
S =	3.000	o/oo		
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003	= <b>0.021</b>

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

$$\text{Perd.} = P_e + P_f + P_s = 0.00 + 0.021 + 0.00$$

$$\text{Perd.} = 0.021$$

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)

$$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{pérdidas}$$

$$\text{Cota 1} + Y_n + V^2/2g = \text{Cota 4} + Y_n + \text{Perd.}$$

$$845.854 + 0.811 + 0.238 = 845.818 + 0.811 + 0.02$$

$$846.903 = 846.650$$

$$\text{Diferencia} = 0.252$$

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

**Transición de Entrada**

$$3 = 3 = 10.38 \text{ o sea } 10.38 : 1$$

$$\text{Cota 1} - \text{Cota 2} = 0.289$$

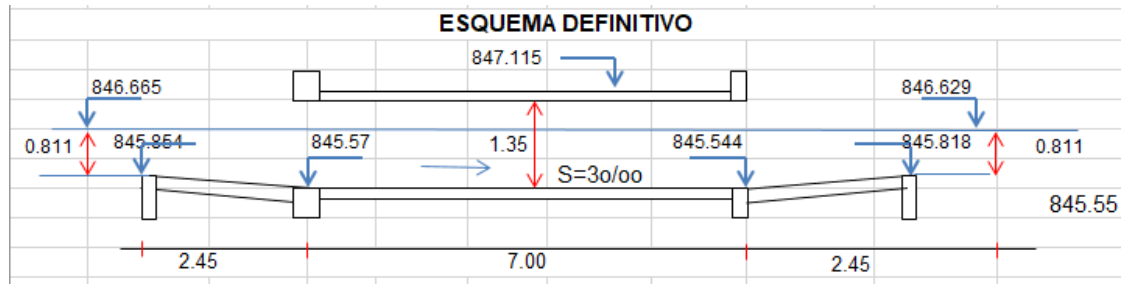
**Transición de Salida**

$$3 = 3 = 10.94 \text{ o sea } 10.94 : 1$$

$$\text{Cota 4} - \text{Cota 3} = 0.274$$

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

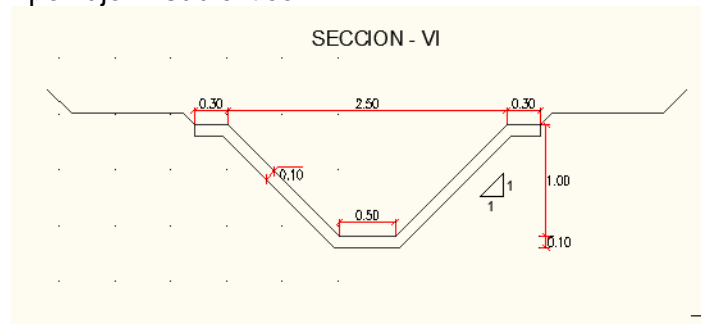


**Km 4+400 SECCION VI**  
**Longitud de Alcantarillas** L= 7.00 m

**Datos del Canal**

- Q= 1.30 m<sup>3</sup>/s
- S= 3 o/oo
- b= 0.5 m
- Z= 1
- n= 0.014
- Y<sub>n</sub>= 0.634 m
- H= 1 m
- B= 2.5 m
- T= 1.77 m
- V= 1.81 m/s
- A= 0.72 m<sup>2</sup>
- P= 2.29 m
- R= 0.31 m
- F= 0.9

Tipo flujo sub critico



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = \mathbf{0.72 \text{ m}^2}$$

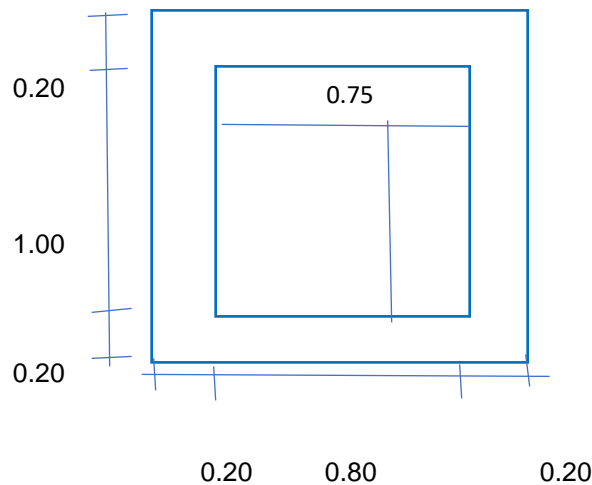
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.80 \text{ m.}$ , nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = \mathbf{0.72}$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = \mathbf{0.65 \text{ m}}$$

$$\text{Tirante} = \mathbf{0.75 \text{ m}}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.80 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx.}}$



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<u>Longitud de transiciones</u>					
$Lt =$	$\frac{T1}{2Tg \alpha/2}$				
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.80$	$+$	$1.27 = 2.07 \text{ m}$
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$Lt =$	$\frac{2.07}{2}$	$=$	$1.034$		$\text{m}$

Como  $Lt =$  resulta demasiado corto se toma:

<b><math>Lt = D + b</math></b>				
$Lt =$	$1.00 +$	$0.80$	$=$	$1.8 \text{ m}$

Se toma :  **$Lt = 1.8$**

<u>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</u>					
<b>cota 1 = 843.128</b>	msnm				(del perfil del canal)
<b>Nivel de agua en 1</b>	$=$	$843.13$	$+$	$Y_n$	$= 843.762$
<b>cota 2 = 843.762</b>	$-$	$0.75$	$=$	<b>843.012</b>	
<b>cota 2 = 843.012</b>					
<b>Nivel de agua en 2</b>	$=$	$843.01$	$+$	$0.75$	$= 843.762$

<u>Longitud de Alcantarilla</u>		
cota del camino	$=$	$844.000$
Cota del punto 2	$=$	$843.012$
Dif. De cotas	$=$	$0.988$
Longitud	$=$	$7.00 \text{ m}$

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	=	0.02534 = <b>0.626</b>
				0.0320
<b>S =</b>	<b>0.626</b>			
Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>3 o/oo</b>		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	843.012	-	0.021 = 842.991
<b>Cota de la Plantilla 3 =</b>	<b>842.991</b>			
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>842.991</b>	<b>+</b>	<b>0.75</b>	<b>= 843.741</b>

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>				
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:				
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	3.6 = 10.60m
<b>Desnivel = S canal * L alcant</b>	=	0.003	*	10.60 = <b>0.0318m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	843.128	-	0.0318 = 843.096
<b>Cota de la Plantilla en 4 =</b>	<b>843.096</b>			
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>843.096</b>	<b>+</b>	<b>0.634</b>	<b>= 843.730</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>				
$E^o_1 = E_4 + \Sigma$ perdidas	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente		

<b>Pérdidas por Entrada</b>				
$Pog = (f/2tg 45^o)(1 - (A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$				
Según las Ecuaciones Descritas				
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	=	1.80 m2
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313	m	
R =	0.31			
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>				

<b>Pérdidas por Fricción</b>				
S =	3.000	o/oo		
<b>Perdidas =</b>	<b>7</b>	<b>*</b>	<b>0.003</b>	<b>= 0.021</b>

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

**Perd. = Pe + Pf + Ps = 0.00 + 0.021 + 0.00**

**Perd. = 0.021**

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)

**$E_1 = E_4 + \Sigma \text{pérdidas}$**

**Cota 1 + Yn + V2/2g = Cota 4 + Yn + Perd.**

843.128 + 0.634 + 0.167 = 843.096 + 0.634 + 0.02  
 843.929 = 843.751

**Diferencia = 0.178**

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

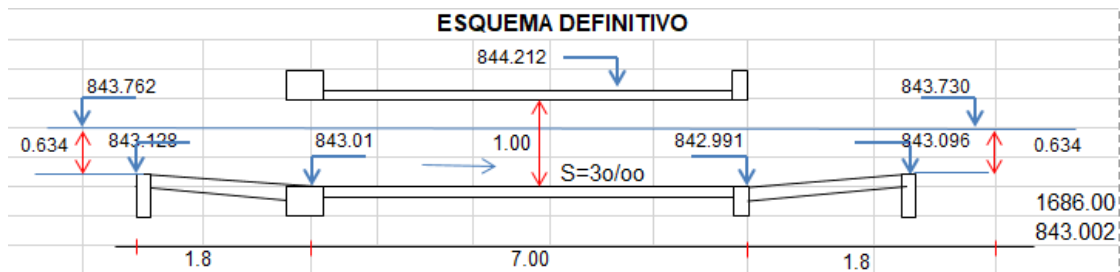
**Transición de Entrada**

$\frac{3}{\text{Cota 1 - Cota 2}} = \frac{3}{0.116} = 25.86$  o sea **25.86 : 1**

**Transición de Salida**

$\frac{3}{\text{Cota 4 - Cota 3}} = \frac{3}{0.105} = 28.52$  o sea **28.52 : 1**

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



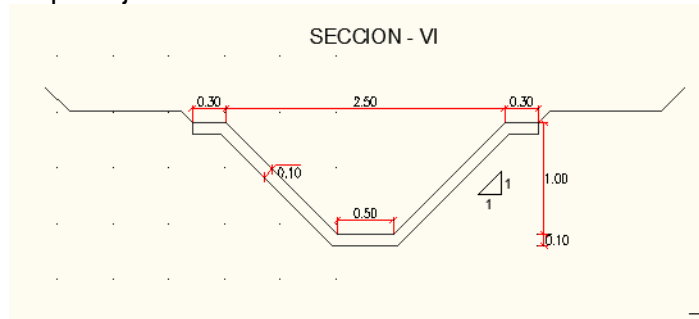
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Km 4+455 SECCION VI**  
**Longitud de Alcantarillas** L= 7.00 m

**Datos del Canal**

Q= 1.30 m<sup>3</sup>/s  
 S= 3 ‰  
 b= 0.5 m  
 Z= 1  
 n= 0.014  
 Y<sub>n</sub>= 0.634 m  
 H= 1 m  
 B= 2.5 m  
 T= 1.77 m  
 V= 1.81 m/s  
 A= 0.72 m<sup>2</sup>  
 P= 2.29 m  
 R= 0.31 m  
 F= 0.9

Tipo flujo sub critico



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = \mathbf{0.72 \text{ m}^2}$$

Si asumimos una plantilla de b = 0.80 m., nos resulta un tirante de:



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

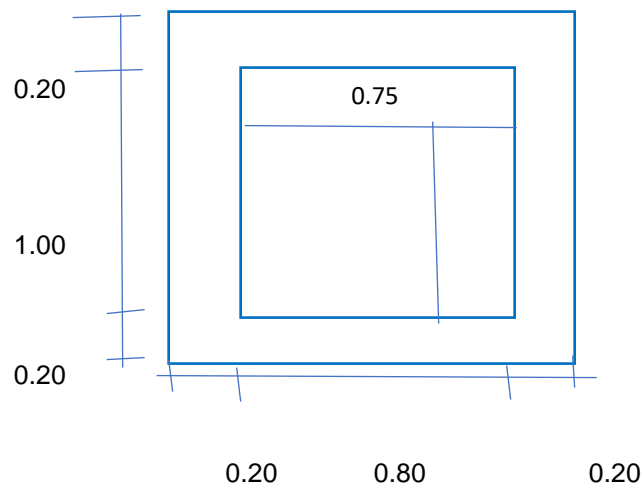
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.80$  m., nos resulta un tirante de:

Área = Plantilla x tirante = **0.72**

Tirante =  $\frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = \mathbf{0.65}$  m

**Tirante = 0.75 m**

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.80 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



Longitud de transiciones						
$Lt =$	$\frac{T1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$					
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	0.80	$+$	1.27	$=$ <b>2.07</b> m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
$Lt =$	$\frac{2.07}{2}$	$=$	<b>1.034</b>			m

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.00 + 0.80 = 1.8 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.8$

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2**

cota 1 =	843.128	msnm	(del perfil del canal)
Nivel de agua en 1	=	843.128	+ $Y_n$ = 843.762
cota 2 =	843.762	-	0.75 = 843.012
cota 2 =	843.012		
Nivel de agua en 2	=	843.012	+ 0.75 = 843.762

**Longitud de Alcantarilla**

cota del camino	=	844.000
Cota del punto 2	=	843.012
Dif. De cotas	=	0.988
Longitud	=	7.00 m

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3**

$$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2 = \frac{[[2.18 \cdot 0.014]]}{[0.42^{2/3}]^2} = \frac{0.02534}{0.0320} = 0.626$$

Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.

Entonces, Se Toma :  $S = 3 \text{ o/oo}$

$$\text{Cota del Punto 2} - (S \cdot \text{Longitud}) = 843.012 - 0.021 = 842.991$$

Cota de la Plantilla 3 = 842.991

$$\text{Nivel de agua en 3} = 842.991 + 0.75 = 843.741$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	3.6	= 10.60 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	10.60	= <b>0.0318 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	843.128	-	0.0318	= 843.096
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>843.096</b>			
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	843.096	+	0.634	= <b>843.730</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>	
$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$ (A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

<b>Pérdidas por Entrada</b>					
$Pog = (f/2tg 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$					
Según las Ecuaciones Descritas					
$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805$	=	1.76	=	1.80 m <sup>2</sup>	
$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m			
R =	0.31				
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>					

<b>Pérdidas por Fricción</b>					
S =	3.000 o/oo				
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003	=	<b>0.021</b>
<b>Pérdidas por Salida</b>					
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>					
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>					
<b>Perd. = Pe + Pf + Ps</b>	=	0.00	+	0.021	+ 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.021</b>			

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Reemplazando valores en la igualdad (A)						
<b><math>E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}</math></b>						
Cota 1 + $Y_n$ + $V^2/2g$ = Cota 4 + $Y_n$ + Perd.						
843.128	+	0.634	+	0.167	=	843.096 + 0.634 + 0.02
						843.929 = 843.751
						<b>Diferencia = 0.178</b>

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

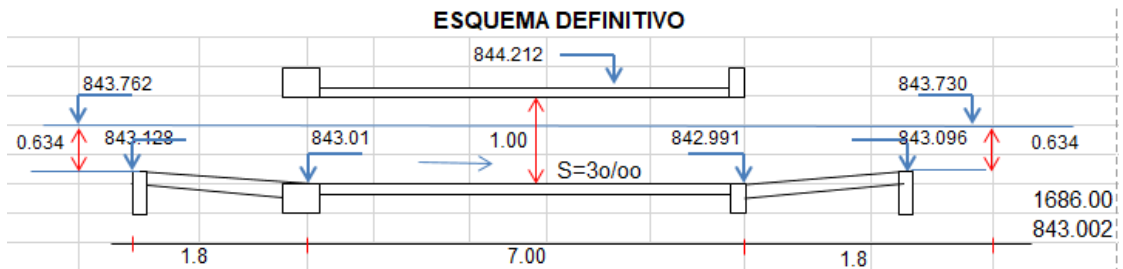
**Transición de Entrada**

3	=	3	=	25.86 o sea	25.86 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.116			

**Transición de Salida**

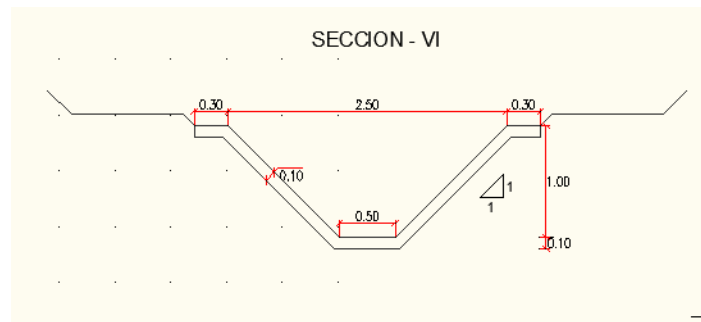
3	=	3	=	28.52 o sea	28.52 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.105			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Km	5+018	SECCION VI
Longitud de Alcantarillas		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.30	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.5	m
Z=	1	
n=	0.014	
Yn=	0.634	m
H=	1	m
B=	2.5	m
T=	1.77	m
V=	1.81	m/s
A=	0.72	m <sup>2</sup>
P=	2.29	m
R=	0.31	m
F=	0.9	
Tipo flujo		sub critico



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = 0.72 \text{ m}^2$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

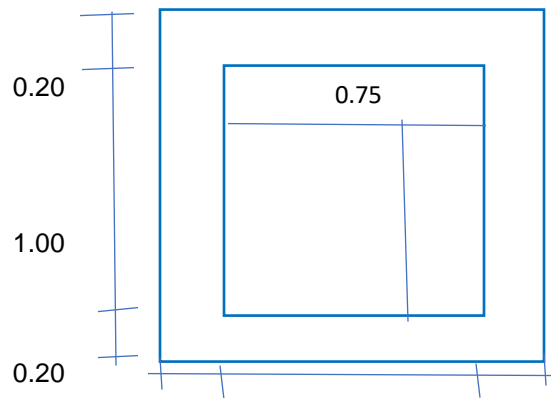
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.80$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.72$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Área}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = 0.65 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.80 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



			0.20	0.80	0.20		
<b>Longitud de transiciones</b>							
<b>Lt =</b>	T1						
	$2Tg \alpha/2$						
<b>T1 =</b>	$b + 2zy$	=	0.80	+	1.27	=	<b>2.07</b> m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)					
<b>Lt =</b>	$\frac{2.07}{2}$	=	<b>1.034</b>	m			

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.00 + 0.80 = 1.8 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.8$

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2**

cota 1 =	838.786	msnm	(del perfil del canal)
Nivel de agua en 1	=	838.79	+ $Y_n$ = 839.420
cota 2 =	839.42	-	0.75 = 838.670
cota 2 =	838.670		
Nivel de agua en 2	=	838.67	+ 0.75 = 839.420

**Longitud de Alcantarilla**

cota del camino	=	840.000
Cota del punto 2	=	838.670
Dif. De cotas	=	1.330
Longitud	=	7.00 m

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3**

$$S = \frac{(V \cdot n / r^{2/3})^2}{0.0320} = \frac{[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2}{0.0320} = 0.02534 = 0.626$$

$$S = 0.626$$

Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.

Entonces, Se Toma :  $S = 3 \text{ o/oo}$

$$\text{Cota del Punto 2} - (S \cdot \text{Longitud}) = 838.670 - 0.021 = 838.649$$

Cota de la Plantilla := 838.649

$$\text{Nivel de agua en 3} = 838.649 + 0.75 = 839.399$$

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	3.6	= 10.60 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	10.60	= <b>0.0318 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	838.79	-	0.0318	= 838.754
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>838.754</b>			
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	838.75	+	0.634	= <b>839.388</b>

**Cheque o Comprobacion hidraulica**

$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$  (A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

**Pérdidas por Entrada**

$$Pog = (f/2tg 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$$

Según las Ecuaciones Descritas

$$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805 = 1.76 = 1.80 \text{ m}^2$$

$$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2 = 1.313 \text{ m}$$

$$R = 0.31$$

Reemplazando valores se tiene que **Pog = 0**

**Pérdidas por Fricción**

$$S = 3.000 \text{ o/oo}$$

$$\text{Perdidas} = 7 * 0.003 = 0.021$$

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

$$\text{Perd.} = Pe + Pf + Ps = 0.00 + 0.021 + 0.00$$

$$\text{Perd.} = 0.021$$

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Reemplazando valores en la igualdad (A)

$$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$$

Cota 1 + Yn + V2/2g	=	Cota 4 + Yn + Perd.	
838.786 + 0.634 + 0.167	=	838.754 + 0.634 + 0.02	
		839.587 = 839.409	
<b>Diferencia =</b>	<b>0.178</b>		

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

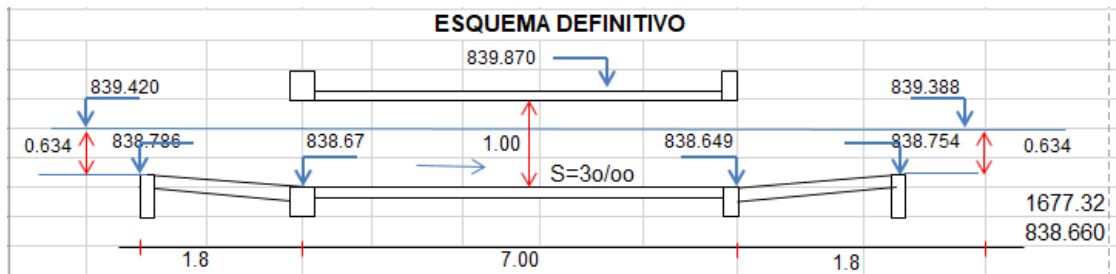
**Transición de Entrada**

3	=	3	=	25.86 o sea	25.86 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.116			

**Transición de Salida**

3	=	3	=	28.52 o sea	28.52 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.105			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



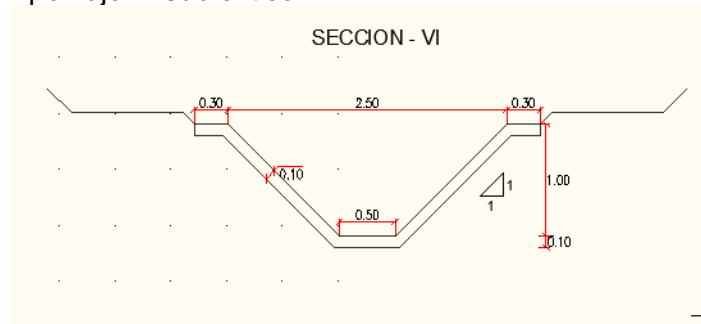
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Km 5+220 SECCION VI**  
**Longitud de Alcantarillas** L= 7.00 m

**Datos del Canal**

Q= 1.30 m<sup>3</sup>/s  
 S= 3 o/oo  
 b= 0.5 m  
 Z= 1  
 n= 0.014  
 Yn= 0.634 m  
 H= 1 m  
 B= 2.5 m  
 T= 1.77 m  
 V= 1.81 m/s  
 A= 0.72 m<sup>2</sup>  
 P= 2.29 m  
 R= 0.31 m  
 F= 0.9

Tipo flujo sub critico



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = 0.72 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de b = 0.80 m., nos resulta un tirante de:

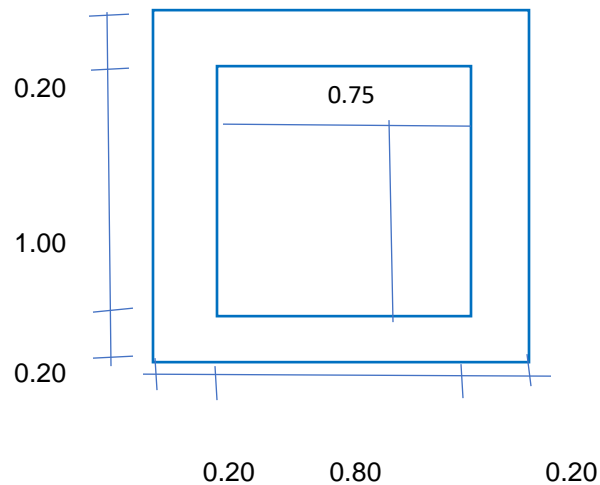
Área = Plantilla x tirante  
 = 0.72

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = \mathbf{0.65} \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = \mathbf{0.75} \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de: 0.80 x 1.00, con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a Q<sub>máx</sub>.



<u>Longitud de transiciones</u>						
<b>Lt =</b>	$\frac{T1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$					
<b>T1 =</b>	$b + 2zy$	=	0.80	+	1.27	= <b>2.07</b> m
$\alpha/2 =$	45°	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
<b>Lt =</b>	$\frac{2.07}{2}$	=	<b>1.034</b>	m		

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.00 + 0.80 = 1.8 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.8$

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>					
cota 1 =	837.080	msnm	(del perfil del canal)		
Nivel de agua en 1	=	837.08	+	$Y_n$	= 837.714
cota 2 =	837.71	-	0.75	=	836.964
cota 2 =	836.964				
Nivel de agua en 2	=	836.96	+	0.75	= 837.714

<b>Longitud de Alcantarilla</b>	
cota del camino	= 838.500
Cota del punto 2	= 836.964
Dif. De cotas	= 1.536
Longitud	= 7.00 m

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>					
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[(2.18 \cdot 0.014) / (0.42^{2/3})]^2$	=	0.02534	= 0.626
S=	0.626			0.0320	
Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.					
Entonces, Se Toma :	S	=	3 o/oo		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	836.964	-	0.021	= 836.943
Cota de la Plantilla =	836.943				
Nivel de agua en 3 =	836.943	+	0.75	=	837.693

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	3.6	= 10.60 m
Desnivel = S canal * L alcant	=	0.003	*	10.60	= 0.0318 m
Cota 1 - Desnivel	=	837.08	-	0.0318	= 837.048

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Cota 1 - Desnivel	=	837.08	-	0.0318	=	837.048
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>837.048</b>				
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	837.05	+	0.634	=	<b>837.682</b>

**Cheque o Comprobacion hidraulica**

$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$  (A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

**Pérdidas por Entrada**

$$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$$

Según las Ecuaciones Descritas

$$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805 = 1.76 = 1.80 \text{ m}^2$$

$$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2 = 1.313 \text{ m}$$

$$R = 0.31$$

Reemplazando valores se tiene que **Pog = 0**

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

$$\text{Perd.} = Pe + Pf + P: = 0.00 + 0.021 + 0.00$$

$$\text{Perd.} = 0.021$$

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)

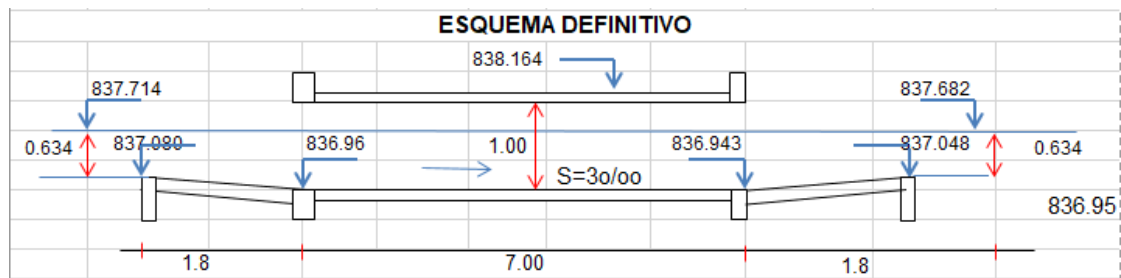
$$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$$

Cota 1 + Yn + V2/2g	=	Cota 4 + Yn + Perd.								
837.08	+	0.634	+	0.167	=	837.048	+	0.634	+	0.02
				837.881	=	837.703				
				<b>Diferencia =</b>		<b>0.178</b>				

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

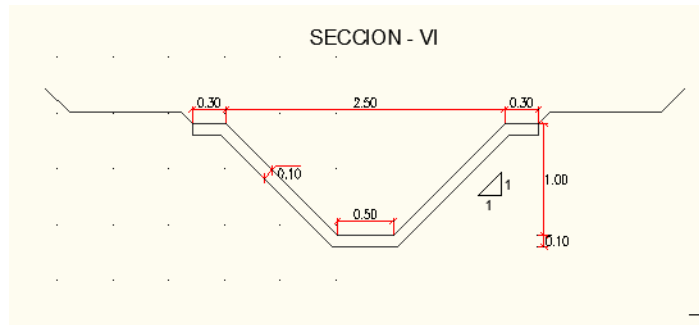
Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

Inclinación de las Transiciones					
<b>Transición de Entrada</b>					
3	=	3	=	25.86 o sea	25.86 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.116			
<b>Transición de Salida</b>					
3	=	3	=	28.52 o sea	28.52 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.105			
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan					



Km	5+480	SECCION VI
Longitud de Alcantarillas		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.30	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.5	m
Z=	1	
n=	0.014	
Yn=	0.634	m
H=	1	m
B=	2.5	m
T=	1.77	m
V=	1.81	m/s
A=	0.72	m <sup>2</sup>
P=	2.29	m
R=	0.31	m
F=	0.9	
Tipo flujo	sub critico	

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = \mathbf{0.72 \text{ m}^2}$$

Si asumimos una plantilla de  $b = 0.80 \text{ m}$ ., nos resulta un tirante de:

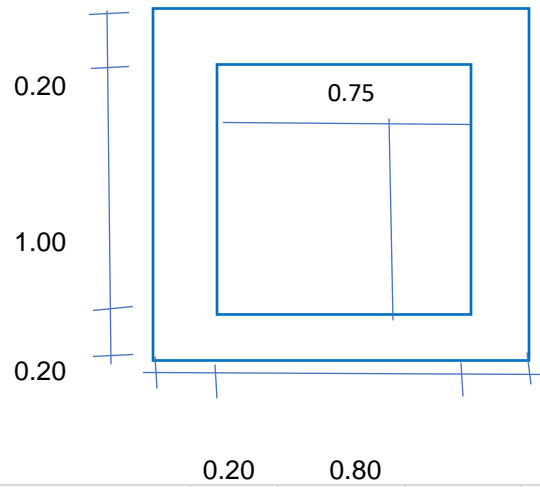
$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = \mathbf{0.72}$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = \mathbf{0.65 \text{ m}}$$

$$\text{Tirante} = \mathbf{0.75 \text{ m}}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.80 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



<b>Longitud de transiciones</b>		0.20	0.80	0.20		
$Lt =$	$\frac{T1}{2Tg \ a/2}$					
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.80$	$+$	$1.27$	$=$ <b>2.07</b> m
$a/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
$Lt =$	$\frac{2.07}{2}$	$=$	<b>1.034</b>	m		

Como  $Lt =$  resulta demasiado corto se toma:

**$Lt = D + b$**

$Lt =$  **1.00** + **0.80** = **1.8** m

Se toma :  **$Lt = 1.8$**

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>					
<b>cota 1 =</b>	<b>835.536</b>	msnm	(del perfil del canal)		
<b>Nivel de agua en 1</b>	$=$	<b>835.54</b>	$+$	$Y_n$	$=$ <b>836.170</b>
<b>cota 2 =</b>	<b>836.17</b>	$-$	<b>0.75</b>	$=$	<b>835.420</b>
<b>cota 2 =</b>	<b>835.420</b>				
<b>Nivel de agua en 2</b>	$=$	<b>835.42</b>	$+$	<b>0.75</b>	$=$ <b>836.170</b>



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Longitud de Alcantarilla</b>			
cota del camino	=	837.000	
Cota del punto 2	=	835.420	
Dif. De cotas	=	1.580	
Longitud	=	7.00 m	

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>			
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	= 0.02534 = <b>0.626</b>
			0.0320
<b>S=</b>	<b>0.626</b>		
<b>Por criterio</b> La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.			
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>3 o/oo</b>	
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	835.420 - 0.021	= 835.399
<b>Cota de la Plantilla =</b>	<b>835.399</b>		
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>835.399 + 0.75 =</b>	<b>836.149</b>	

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>			
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:			
Longitud de Alcantar. + Transición:	=	7.00 + 3.6	= 10.60 m
<b>Desnivel = S canal * L alcant</b>	=	0.003 * 10.60	= <b>0.0318 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	835.54 - 0.0318	= 835.504
<b>Cota de la Plantilla en 4 =</b>	<b>835.504</b>		
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>835.5 + 0.634 =</b>	<b>836.138</b>	

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>			
$E^o_1 = E_4 + \Sigma$ perdidas	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente	

<b>Pérdidas por Entrada</b>			
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1 - (A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$			
Según las Ecuaciones Descritas			
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	= 1.80 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m	
R =	0.31		
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>			

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Pérdidas por Fricción</b>				
S =	3.000	o/oo		
<b>Perdidas =</b>	<b>7</b>	<b>*</b>	<b>0.003</b>	<b>= 0.021</b>
<b>Pérdidas por Salida</b>				
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>				
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>				
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	<b>=</b>	<b>0.00</b>	<b>+</b>	<b>0.021 + 0.00</b>
	<b>Perd. =</b>	<b>0.021</b>		

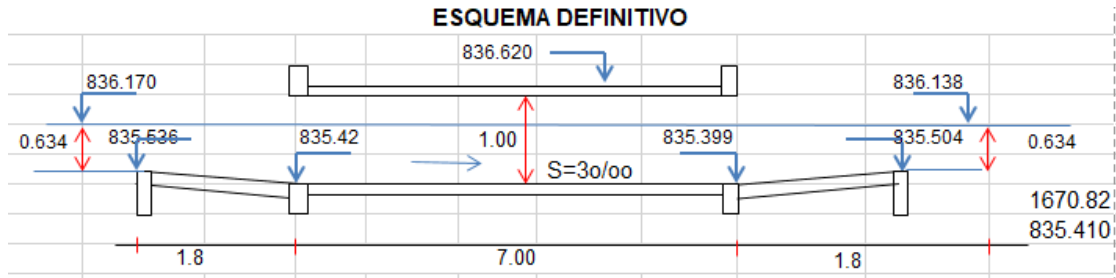
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)									
<b>E°<sub>1</sub> = E<sub>4</sub> + Σ perdidas</b>									
Cota 1 + Yn + V <sup>2</sup> /2g = Cota 4 + Yn + Perd.									
835.536	+	#####	+	0.167	=	835.504	+	0.634	+ 0.02
				836.337	=	836.159			
				<b>Diferencia =</b>	<b>0.178</b>				

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

<b>Inclinación de las Transiciones</b>				
<b>Transición de Entrada</b>				
3	=	3	=	25.86 o sea 25.86 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.116		
<b>Transición de Salida</b>				
3	=	3	=	28.52 o sea 28.52 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.105		
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan				

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

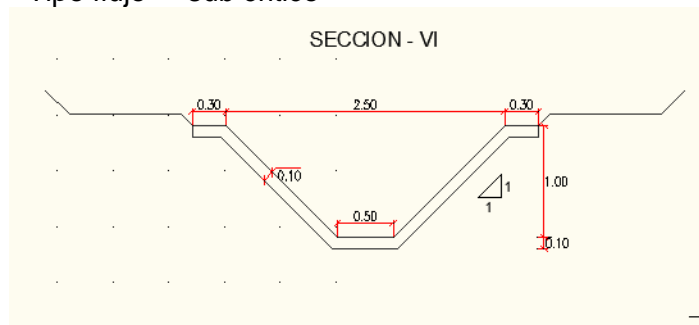


**Km 5+587 SECCION VI**  
**Longitud de Alcantarillas** L= 7.00 m

**Datos del Canal**

- Q= 1.30 m<sup>3</sup>/s
- S= 3 o/oo
- b= 0.5 m
- Z= 1
- n= 0.014
- Yn= 0.634 m
- H= 1 m
- B= 2.5 m
- T= 1.77 m
- V= 1.81 m/s
- A= 0.72 m<sup>2</sup>
- P= 2.29 m
- R= 0.31 m
- F= 0.9

Tipo flujo sub critico



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = 0.72 \text{ m}^2$$

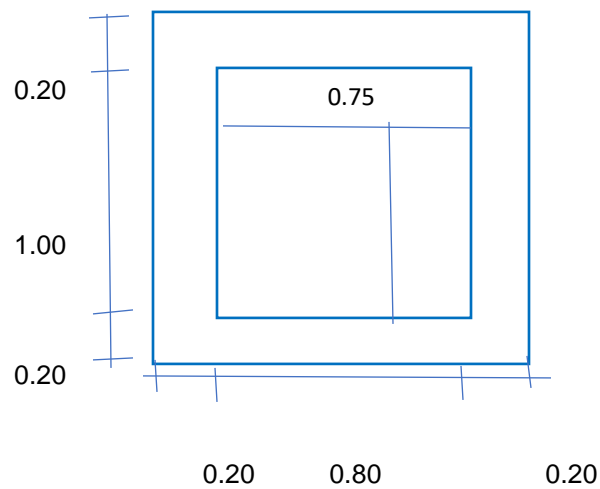
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.80 \text{ m}$ ., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.72$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = 0.65 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.80 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<u>Longitud de transiciones</u>					
$Lt =$	$\frac{T1}{2Tg \alpha/2}$				
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.80$	$+$	$1.27 = 2.07$ m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$Lt =$	$\frac{2.07}{2}$	$=$	$1.034$	m	
Como $Lt =$ resulta demasiado corto se toma:					
<b><math>Lt = D + b</math></b>					
$Lt =$	$1.00 +$	$0.80$	$=$	$1.8$	m
Se toma :	<b><math>Lt = 1.8</math></b>				

<u>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</u>					
<b>cota 1 =</b>	<b>835.119</b>	msnm	(del perfil del canal)		
<b>Nivel de agua en 1</b>	$=$	$835.12$	$+$	$Y_n$	$= 835.753$
<b>cota 2 =</b>	$835.75$	$-$	$0.75$	$=$	<b>835.003</b>
<b>cota 2 =</b>	<b>835.003</b>				
<b>Nivel de agua en 2</b>	$=$	$835$	$+$	$0.75$	$= 835.753$

<u>Longitud de Alcantarilla</u>		
cota del camino	$=$	$836.000$
Cota del punto 2	$=$	$835.003$
Dif. De cotas	$=$	$0.997$
Longitud	$=$	$7.00$ m

<u>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</u>					
$S = (V^n n/r^{2/3})^2$	$=$	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	$=$	$0.02534$	$= 0.626$
				$0.0320$	
<b>S =</b>	<b>0.626</b>				
Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.					
Entonces, Se Toma :	<b>S = 3 o/oo</b>				

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	835.003	-	0.021	=	834.982
<b>Cota de la Plantilla = 834.982</b>						
Nivel de agua en 3	=	834.982	+	0.75	=	<b>835.732</b>

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>						
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:						
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	3.6	=	10.60 m
Desnivel = S canal*L alcant	=	0.003	*	10.60	=	<b>0.0318 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	835.119	-	0.0318	=	835.087
<b>Cota de la Plantilla en 4 = 835.087</b>						
Nivel de Agua en 4	=	835.087	+	0.634	=	<b>835.721</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>						
$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente				

<b>Pérdidas por Entrada</b>						
$Pog = (f/2tg 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$						
Según las Ecuaciones Descritas						
$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805$	=	1.76	=	1.80 m <sup>2</sup>		
$F1 = 1.10 -2*0.805+1.5^2$	=	1.313 m				
R =	0.31					
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>						

<b>Pérdidas por Fricción</b>						
S =	3.000 o/oo					
Perdidas =	7	*	0.003	=	<b>0.021</b>	

<b>Pérdidas por Salida</b>						
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>						

<b>Sumatoria de Pérdidas</b>						
Perd. = Pe + Pf + P	=	0.00	+	0.021	+	0.00
<b>Perd. = 0.021</b>						

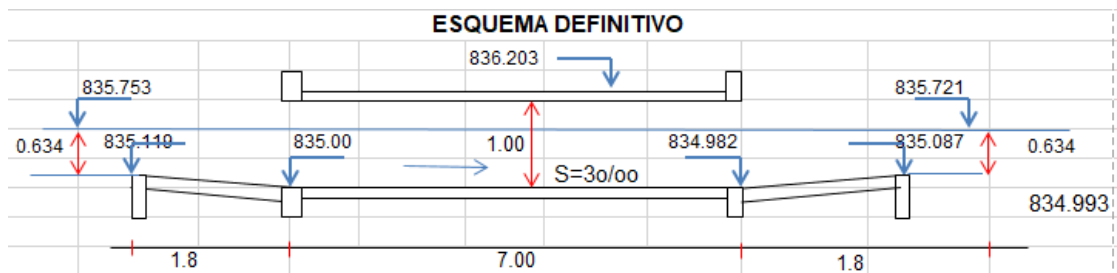
*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)									
<b><math>E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}</math></b>									
Cota 1 + $Y_n + V^2/2g$		=		Cota 4 + $Y_n + \text{Perd.}$					
835.119	+	0.634	+	0.167	=	835.087	+	0.634	+ 0.02
			835.920		=	835.742			
<b>Diferencia =</b>				<b>0.178</b>					

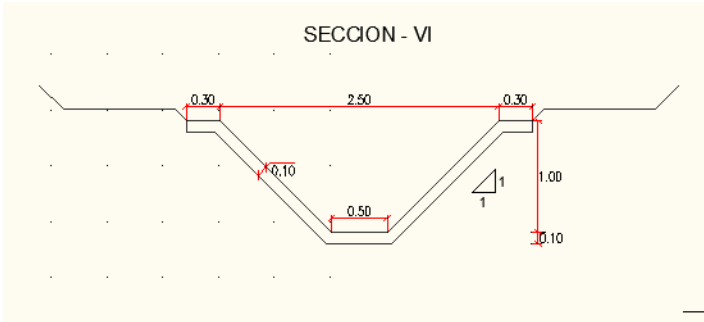
Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

<b>Inclinacion de las Transiciones</b>				
<b>Transición de Entrada</b>				
3	=	3	=	25.86 o sea 25.86 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.116		
<b>Transición de Salida</b>				
3	=	3	=	28.52 o sea 28.52 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.105		
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan				



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Km</b>	<b>5+815</b>	<b>SECCION VI</b>
<b>Longitud de Alcantarillas</b>		L = 9.5 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.30	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.5	m
Z=	1	
n=	0.014	
Yn=	0.634	m
H=	1	m
B=	2.5	m
T=	1.77	m
V=	1.81	m/s
A=	0.72	m <sup>2</sup>
P=	2.29	m
R=	0.31	m
F=	0.9	
Tipo flujo	sub critico	



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = 0.72 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de b = 0.8 m., nos resulta un tirante de:



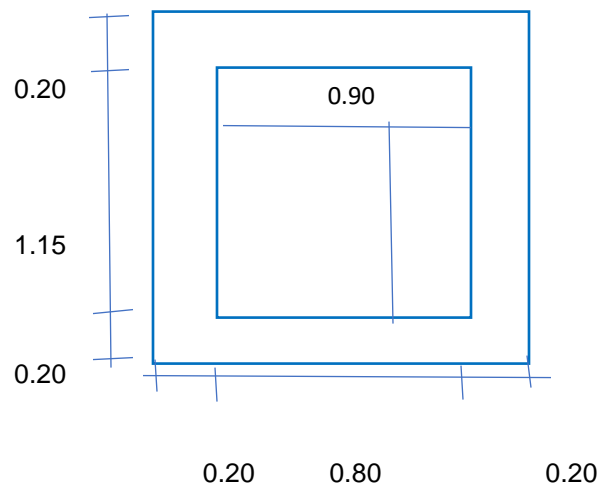
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.72$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Área}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{0.80} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.9 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de: 0.80 x 1.15, con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



<u>Longitud de transiciones</u>					
$Lt =$	$\frac{T1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$				
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.80$	$+$	$1.27 = 2.07 \text{ m}$
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$Lt =$	$\frac{2.07}{2}$	$=$	$1.034$	$\text{m}$	

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.15 + 0.80 = 1.95 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.95$

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>				
cota 1 =	834.435	msnm	(del perfil del canal)	
Nivel de agua en 1	=	834.44	+ Yn	= 835.069
cota 2 =	835.07	-	0.9	= 834.17
cota 2 =	834.169			
Nivel de agua en 2	=	834.17	+ 0.9	= 835.069

<b>Longitud de Alcantarilla</b>	
cota del camino	= 835.000
Cota del punto 2	= 834.169
Dif. De cotas	= 0.831
Longitud	= 9.5 m

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[(2.18 \cdot 0.014) / (0.42^{2/3})^2]$	=	0.02534 = 0.626
S=	0.626			0.0320333
Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
Entonces, Se Toma :	S	=	3 o/oo	
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	834.169	- 0.0285	= 834.141
Cota de la Plantilla =	834.14			
Nivel de agua en 3 =	834.14	+ 0.9	=	835.041

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	9.5	+	3.9	= 13.40 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	13.40	= <b>0.0402 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	834.44	-	0.0402	= 834.395
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>834.395</b>			
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	834.39	+	0.634	= <b>835.029</b>

**Cheque o Comprobacion hidraulica**

$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$  (A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

**Pérdidas por Entrada**

$$P_{og} = (f/2tg 45^{\circ})(1-(A_2^2/A_1^2))(V_2^2/2g)$$

Según las Ecuaciones Descritas

$$A_1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805 = 1.86 = 1.9 \text{ m}^2$$

$$F_1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2 = 1.74 \text{ m}$$

$$R = 0.31$$

Reemplazando valores se tiene que **Pog = 0**

**Pérdidas por Fricción**

$$S = 3.000 \text{ o/oo}$$

$$\text{Perdidas} = 9.5 * 0.003 = \mathbf{0.0285}$$

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

$$\text{Perd.} = P_e + P_f + P = 0.00 + 0.0285 + 0.00$$

$$\text{Perd.} = \mathbf{0.0285}$$

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Reemplazando valores en la igualdad (A)

$$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$$

Cota 1 + Yn + V2/2g	=	Cota 4 + Yn + Perd.								
834.435	+	0.634	+	0.167	=	834.395	+	0.634	+	0.03
						835.236	=	835.057		
						<b>Diferencia =</b>		<b>0.179</b>		

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

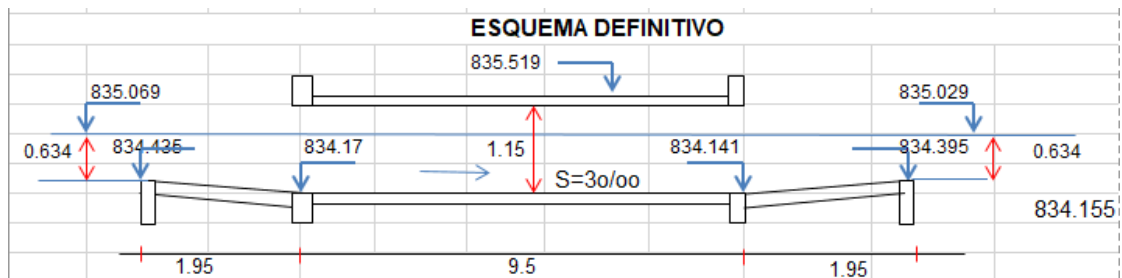
**Transición de Entrada**

3	=	3	=	11.28 o sea	11.28 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.266			

**Transición de Salida**

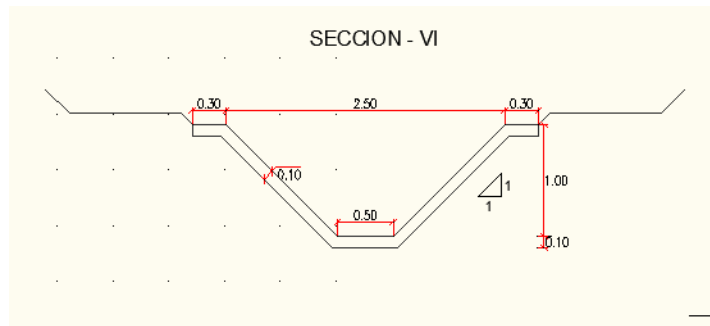
3	=	3	=	11.80 o sea	11.80 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.254			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Km	6+015	SECCION VI
Longitud de Alcantarillas		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.30	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.5	m
Z=	1	
n=	0.014	
Yn=	0.634	m
H=	1	m
B=	2.5	m
T=	1.77	m
V=	1.81	m/s
A=	0.72	m <sup>2</sup>
P=	2.29	m
R=	0.31	m
F=	0.9	
Tipo flujo	sub critico	



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = 0.72 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de b = 0.80 m., nos resulta un tirante de:

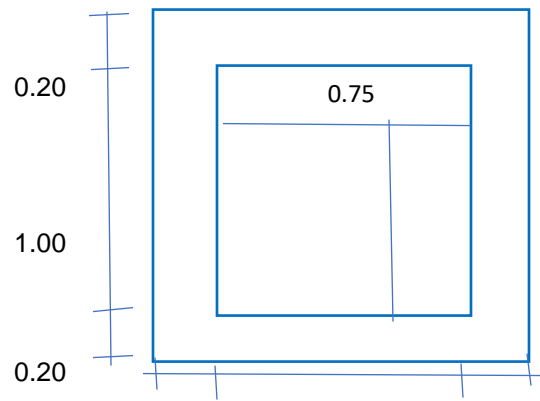
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Área = Plantilla x tirante  
 = **0.72**

Tirante =  $\frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = 0.65 \text{ m}$

**Tirante = 0.75 m**

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de: 0.80 x 1.00, con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a Q<sub>máx</sub>.



			0.20	0.80	0.20		
<b>Longitud de transiciones</b>							
<b>Lt =</b>	$\frac{T1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$						
<b>T1 =</b>	$b + 2zy$	=	0.80	+	1.27	=	<b>2.07 m</b>
$\alpha/2 =$	45°	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)					
<b>Lt =</b>	$\frac{2.07}{2}$	=	<b>1.034</b>	<b>m</b>			

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como Lt = resulta demasiado corto se toma:				
<b>Lt = D + b</b>				
Lt =	1.00 +	0.80	=	1.8 m
Se toma :	<b>Lt =</b>	<b>1.8</b>		

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>				
<b>cota 1 =</b>	<b>833.085</b>	msnm	(del perfil del canal)	
<b>Nivel de agua en 1</b>	=	833.09	+ Yn	= <b>833.719</b>
<b>cota 2 =</b>	833.72	-	0.75	= <b>832.969</b>
<b>cota 2 =</b>	<b>832.969</b>			
<b>Nivel de agua en 2</b>	=	832.97	+ 0.75	= <b>833.719</b>

<b>Longitud de Alcantarilla</b>		
cota del camino	=	834.000
Cota del punto 2	=	832.969
Dif. De cotas	=	1.031
Longitud	=	7.00 m

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
<b>S = (V*n/r<sup>2/3</sup>)<sup>2</sup></b>	=	<b>[[2.18*0.014]/[0.42<sup>2/3</sup>]<sup>2</sup></b>	=	<b>0.02534</b>
				<b>0.0320</b>
<b>S=</b>	<b>0.626</b>			
<b>Por criterio</b> La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>3</b>	<b>o/oo</b>	
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	832.969	-	0.021 = 832.948
<b>Cota de la Plantilla =</b>	<b>832.948</b>			
<b>Nivel de agua en 3</b>	=	832.948	+ 0.75	= <b>833.698</b>

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	3.6	= 10.60 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	10.60	= <b>0.0318 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	833.085	-	0.0318	= 833.053
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>833.053</b>			
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	833.053	+	0.634	= <b>833.687</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>	
$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$ (A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

<b>Pérdidas por Entrada</b>			
$Pog = (f/2tg 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$			
Según las Ecuaciones Descritas			
$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805$	=	1.76	= 1.80 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m	
R =	0.31		
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>			

<b>Pérdidas por Fricción</b>			
S =	3.000 o/oo		
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003 = <b>0.021</b>
<b>Pérdidas por Salida</b>			
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>			
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>			
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	=	0.00	+ 0.021 + 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.021</b>	

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Reemplazando valores en la igualdad (A)

$$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$$

$$\text{Cota 1} + Y_n + V^2/2g = \text{Cota 4} + Y_n + \text{Perd.}$$

$$833.085 + 0.634 + 0.167 = 833.053 + 0.634 + 0.02$$

$$833.886 = 833.708$$

**Diferencia = 0.178**

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

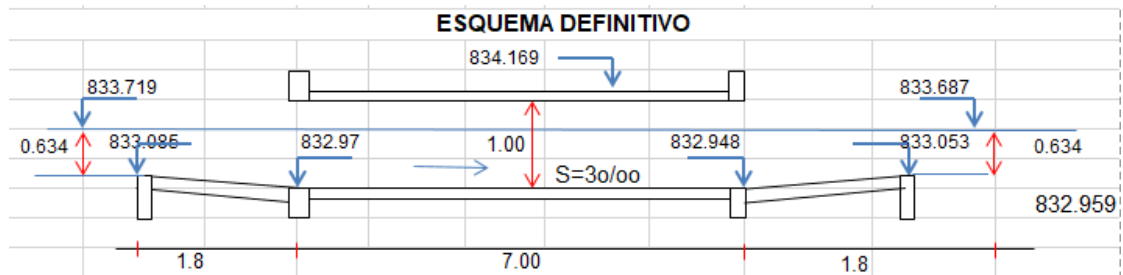
**Transición de Entrada**

$$\frac{3}{\text{Cota 1} - \text{Cota 2}} = \frac{3}{0.116} = 25.86 \text{ o sea } 25.86 : 1$$

**Transición de Salida**

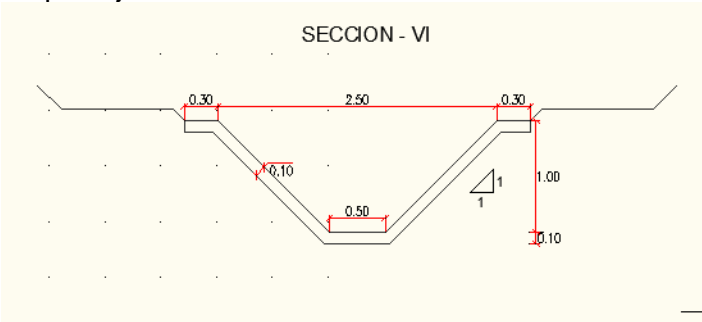
$$\frac{3}{\text{Cota 4} - \text{Cota 3}} = \frac{3}{0.105} = 28.52 \text{ o sea } 28.52 : 1$$

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Km</b>	<b>6+115</b>	<b>SECCION VI</b>
<b>Longitud de Alcantarillas</b>		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.30	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.5	m
Z=	1	
n=	0.014	
Yn=	0.634	m
H=	1	m
B=	2.5	m
T=	1.77	m
V=	1.81	m/s
A=	0.72	m <sup>2</sup>
P=	2.29	m
R=	0.31	m
F=	0.9	
<b>Tipo flujo</b>	sub critico	



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = 0.72 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de b = 0.80 m., nos resulta un tirante de:

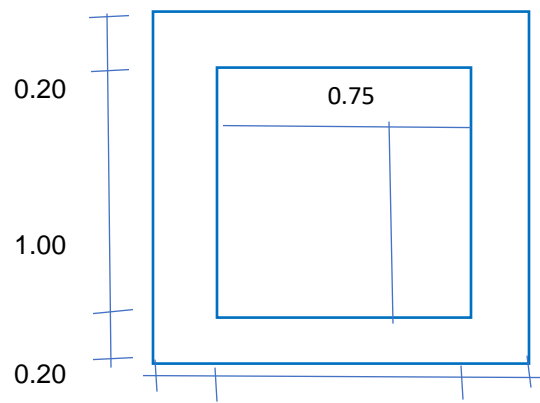
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Área = Plantilla x tirante  
 = **0.72**

Tirante =  $\frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{1.10} = 0.65 \text{ m}$

**Tirante = 0.75 m**

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de: 0.80 x 1.00, con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a Q<sub>máx</sub>.



		0.20	0.80	0.20		
<b>Longitud de transiciones</b>						
<b>Lt =</b>	$\frac{T1}{2Tg \alpha/2}$					
<b>T1 =</b>	$b + 2zy$	=	0.80	+	1.27	= <b>2.07 m</b>
$\alpha/2 =$	45°	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
<b>Lt =</b>	$\frac{2.07}{2}$	=	<b>1.034</b>	m		

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.00 + 0.80 = 1.8 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.8$

<u>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</u>				
cota 1 =	832.185	msnm	(del perfil del canal)	
Nivel de agua en 1	= 832.19	+	$Y_n$	= 832.819
cota 2 =	832.82	-	0.75	= 832.069
cota 2 =	832.069			
Nivel de agua en 2	= 832.07	+	0.75	= 832.819

<u>Longitud de Alcantarilla</u>		
cota del camino	=	834.000
Cota del punto 2	=	832.069
Dif. De cotas	=	1.931
Longitud	=	7.00 m

<u>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</u>				
$S = (V^n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 * 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	=	$\frac{0.02534}{0.0320}$
S=	0.626			
Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
Entonces, Se Toma :	S =	3 o/oo		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	832.069	-	0.021 = 832.048
Cota de la Plantilla =	832.048			
Nivel de agua en 3 =	832.048	+	0.75	= 832.798

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4**

Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:

$$\text{Longitud de Alcantar. + Transición:} = 7.00 + 3.6 = 10.60 \text{ m}$$

$$\text{Desnivel} = S_{\text{canal}} * L_{\text{alcant}} = 0.003 * 10.60 = 0.0318 \text{ m}$$

$$\text{Cota 1 - Desnivel} = 832.19 - 0.0318 = 832.153$$

$$\text{Cota de la Plantilla en 4} = 832.153$$

$$\text{Nivel de Agua en 4} = 832.15 + 0.634 = 832.787$$

**Cheque o Comprobacion hidraulica**

$$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{ pérdidas} \quad (A) \quad \text{en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente}$$

**Pérdidas por Entrada**

$$P_{og} = (f/2tg \ 45^{\circ})(1 - (A_2^2/A_1^2))(V_2^2/2g)$$

Según las Ecuaciones Descritas

$$A_1 = (1.10 + 1.5 * 0.805) * 0.805 = 1.76 = 1.80 \text{ m}^2$$

$$F_1 = 1.10 - 2 * 0.805 + 1.5^2 = 1.313 \text{ m}$$

$$R = 0.31$$

Reemplazando valores se tiene que **Pog = 0**

**Pérdidas por Fricción**

$$S = 3.000 \text{ o/oo}$$

$$\text{Perdidas} = 7 * 0.003 = 0.021$$

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

$$\text{Perd.} = P_e + P_f + P = 0.00 + 0.021 + 0.00$$

$$\text{Perd.} = 0.021$$

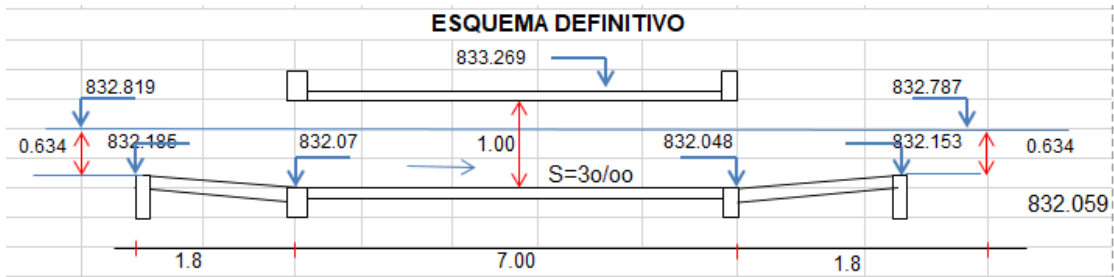
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Reemplazando valores en la igualdad (A)										
<b><math>E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}</math></b>										
Cota 1 + $Y_n$ + $V^2/2g$ = Cota 4 + $Y_n$ + Perd.										
832.185	+	0.634	+	0.167	=	832.153	+	0.634	+	0.02
						832.986	=	832.808		
						<b>Diferencia =</b>		<b>0.178</b>		
Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.										

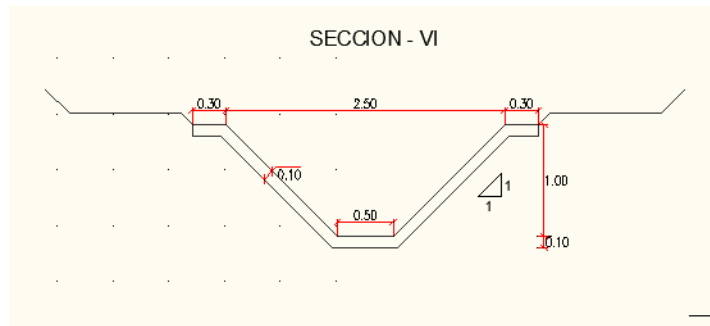
<b>Inclinación de las Transiciones</b>					
<b>Transición de Entrada</b>					
3	=	3	=	25.86 o sea	25.86 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.116			
<b>Transición de Salida</b>					
3	=	3	=	28.52 o sea	28.52 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.105			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Km</b>	<b>6+247</b>	<b>SECCION VI</b>
<b>Longitud de Alcantarillas</b>		L = 9.5 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.30	m <sup>3</sup> /s
S=	3	o/oo
b=	0.5	m
Z=	1	
n=	0.014	
Y <sub>n</sub> =	0.634	m
H=	1	m
B=	2.5	m
T=	1.77	m
V=	1.81	m/s
A=	0.72	m <sup>2</sup>
P=	2.29	m
R=	0.31	m
F=	0.9	
Tipo flujo	sub critico	



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	4 + 140	6 + 250	1.30	3.00

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.30}{1.81} = 0.72 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de b = 0.8 m., nos resulta un tirante de:

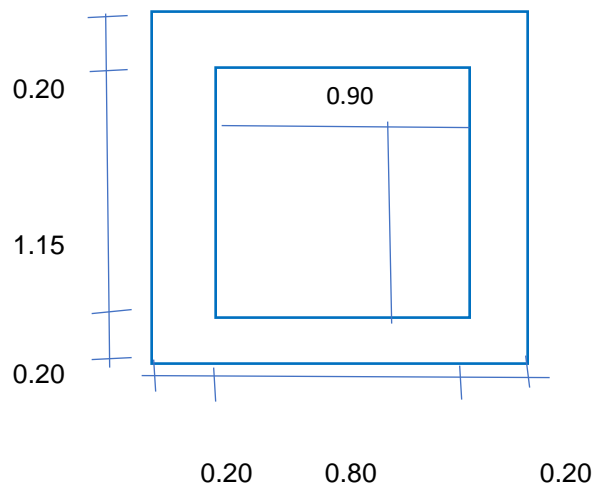
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.72$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Área}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.72}{0.80} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.9 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de: 0.80 x 1.15, con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y paracaudales imprevistos o extraordinarios mayores a Q<sub>máx</sub>.



<u>Longitud de transiciones</u>					
$Lt =$	$\frac{T1}{2Tg \alpha/2}$				
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.80$	$+$	$1.27 = 2.07 \text{ m}$
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$Lt =$	$\frac{2.07}{2}$	$=$	$1.034$	$\text{m}$	



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como Lt = resulta demasiado corto se toma:				
<b>Lt = D + b</b>				
Lt =	1.15	+	0.80	= 1.95 m

Se toma :	<b>Lt = 1.95</b>
-----------	------------------

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>				
cota 1 =	831.789	msnm	(del perfil del canal)	
Nivel de agua en 1	=	831.79	+	Yn = 832.423
cota 2 =	832.42	-	0.9	= 831.52
<b>cota 2 = 831.523</b>				
Nivel de agua en 2	=	831.52	+	0.9 = 832.423

<b>Longitud de Alcantarilla</b>	
cota del camino	= 833.000
Cota del punto 2	= 831.523
Dif. De cotas	= 1.477
Longitud	= 9.5 m

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	=	$\frac{0.02534}{0.0320333} = 0.626$
<b>S = 0.626</b>				
Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
Entonces, Se Toma :	<b>S =</b>	<b>3</b>	<b>o/oo</b>	
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	831.523	-	0.0285 = 831.495
<b>Cota de la Plantilla = 831.495</b>				
Nivel de agua en 3	=	831.495	+	0.9 = 832.395

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	9.5	+	3.9	= 13.40 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	13.40	= <b>0.0402 m</b>
Cota 1 - Densivel	=	831.789	-	0.0402	= 831.749
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>831.749</b>			
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	831.749	+	0.634	= <b>832.383</b>
<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>					
<b><math>E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}</math></b>	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente			

<b>Pérdidas por Entrada</b>					
$Pog = (f/2tg 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$					
Según las Ecuaciones Descritas					
$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805$	=	1.86	=	1.9 m <sup>2</sup>	
$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2$	=	1.74 m			
R =	0.31				
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>					
<b>Pérdidas por Fricción</b>					
S =	3.000 o/oo				
<b>Perdidas =</b>	9.5	*	0.003	=	<b>0.0285</b>

<b>Pérdidas por Salida</b>					
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>					
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>					
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	=	0.00	+	0.0285	+ 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.0285</b>			
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.					

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Reemplazando valores en la igualdad (A)

$$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$$

$$\text{Cota } 1 + Y_n + V^2/2g = \text{Cota } 4 + Y_n + \text{Perd.}$$

831.789	+	0.634	+	0.167	=	831.749	+	0.634	+	0.03
				832.590	=	832.411				
		<b>Diferencia =</b>		<b>0.179</b>						

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

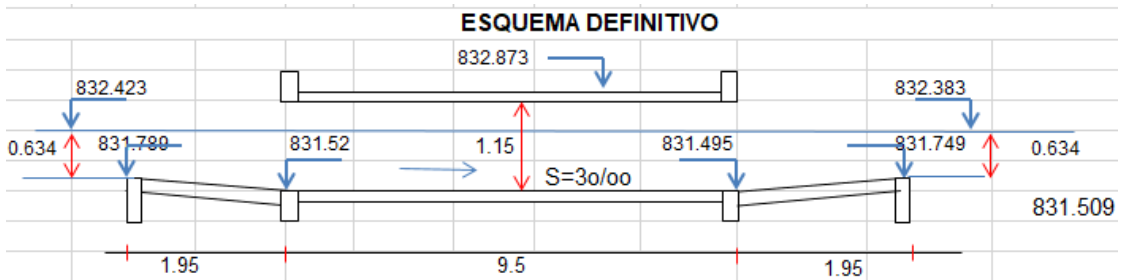
**Transición de Entrada**

3	=	3	=	11.28 o sea	11.28 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.266			

**Transición de Salida**

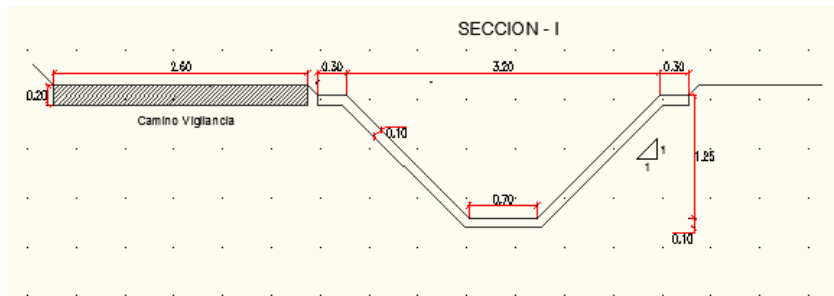
3	=	3	=	11.80 o sea	11.80 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.254			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Km</b>	<b>6+427</b>	<b>SECCION I</b>
<b>Longitud de Alcantarillas</b>		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	2.50	m <sup>3</sup> /s
S=	2	o/oo
b=	0.70	m
Z=	1	
n=	0.014	
Y <sub>n</sub> =	0.871	m
H=	1.25	m
B=	3.20	m
T=	2.44	m
V=	1.83	m/s
A=	1.37	m <sup>2</sup>
P=	3.16	m
R=	0.43	m
F=	0.78	
Tipo flujo	sub critico	



N°	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰	Lado del Camino de Vigilancia
	DESDE	HASTA			
01	0 + 070	0 + 130	2.64	3.00	Derecho
02	0 + 280	0 + 360	2.64	3.00	Derecho
03	1 + 200	1 + 710	2.64	3.00	Izquierdo
04	2 + 380	2 + 400	2.64	3.00	Derecho
05	6 + 270	6 + 490	2.50	2.00	Izquierdo
06	7 + 190	7 + 690	2.50	1.70	Izquierdo
07	8 + 640	9 + 130	2.50	1.70	Izquierdo
08	9 + 130	9 + 320	2.50	3.00	Izquierdo
09	9 + 320	9 + 620	2.50	1.70	Izquierdo

**DISEÑO**

Área =            Q = 2.50 = **1.37** m<sup>2</sup>

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

$$V = 1.83$$

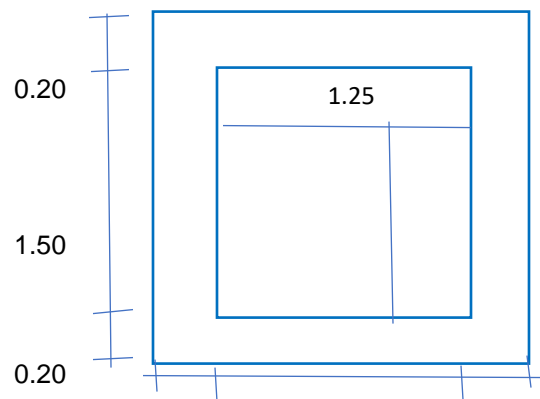
Si asumimos una plantilla de  $b = 1.10$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 1.37$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Área}}{\text{Plantilla}} = \frac{1.37}{1.10} = 1.24 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 1.25 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $1.10 \times 1.50$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



Longitud de transiciones		0.20	1.10	0.20		
$Lt =$	$\frac{T1}{2 \operatorname{Tg} \alpha/2}$					
$T1 =$	$b + 2zy$	$= 1.10$	$+ 1.74$	$=$	$2.84$	$\text{m}$
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
$Lt =$	$\frac{2.84}{2}$	$=$	$1.421$	$\text{m}$		

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.50 + 1.10 = 2.6 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 2.6$

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2**

$$\text{cota 1} = 830.187 \text{ msnm} \quad (\text{del perfil del canal})$$

$$\text{Nivel de agua en 1} = 830.19 + Y_n = 831.058$$

$$\text{cota 2} = 831.06 - 1.25 = 829.808$$

$$\text{cota 2} = 829.808$$

$$\text{Nivel de agua en 2} = 829.81 + 1.25 = 831.058$$

**Longitud de Alcantarilla**

cota del camino	=	832.000
Cota del punto 2	=	829.808
Dif. De cotas	=	2.192
Longitud	=	7.00 m

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3**

$$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2 = \frac{[[2.18 \cdot 0.014]]}{[0.42^{2/3}]^2} = \frac{0.02562}{0.0616} = 0.173$$

$$S = 0.173$$

Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.

Entonces, Se Toma :  $S = 2 \text{ o/oo}$

$$\text{Cota del Punto 2} - (S \cdot \text{Longitud}) = 829.808 - 0.014 = 829.794$$

$$\text{Cota de la Plantilla} = 829.794$$

$$\text{Nivel de agua en 3} = 829.794 + 1.25 = 831.044$$

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transicione:	=	7.00	+	5.2	= 12.20 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.002	*	12.20	= <b>0.0244 m</b>
Cota 1 - Densivel	=	830.19	-	0.0244	= 830.163
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>830.163</b>			
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>		830.16	+	0.871	= <b>831.034</b>

**Cheque o Comprobacion hidraulica**

**$E_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$**  (A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

**Pérdidas por Entrada**

$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$

Según las Ecuaciones Descritas

$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805 = 1.76 = 1.80 \text{ m}^2$

$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2 = 1.313 \text{ m}$

$R = 0.43$

Reemplazando valores se tiene que **Pog = 0**

**Pérdidas por Fricción**

$S = 2.000 \text{ o/oo}$

**Perdidas = 7 \* 0.002 = 0.014**

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

**Perd. = Pe + Pf + P = 0.00 + 0.014 + 0.00**

**Perd. = 0.014**

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

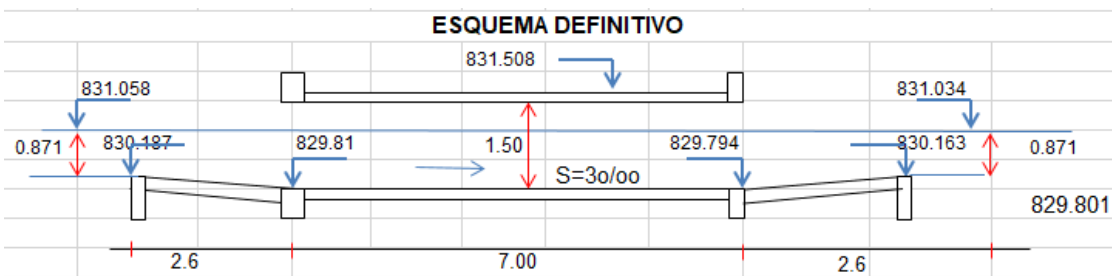
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Sumatoria de Pérdidas</b>						
Perd. = $P_e + P_f + P$	=	0.00	+	0.014	+	0.00
		<b>Perd. = 0.014</b>				
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las pérdidas de cargas se pueden despreciar.						
Reemplazando valores en la igualdad (A)						
<b><math>E_1 = E_4 + \Sigma \text{pérdidas}</math></b>						
Cota 1 + $Y_n + V^2/2g$		=	Cota 4 + $Y_n + \text{Perd.}$			
830.187	+	0.871	+	0.171	=	830.163 + 0.871 + 0.01
		831.229	=	831.048		
		<b>Diferencia = 0.181</b>				
Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.						

**Inclinación de las Transiciones**

<b>Transición de Entrada</b>					
$\frac{2}{\text{Cota 1} - \text{Cota 2}}$	=	$\frac{2}{0.379}$	=	5.28 o sea	5.28 : 1
<b>Transición de Salida</b>					
$\frac{2}{\text{Cota 4} - \text{Cota 3}}$	=	$\frac{2}{0.369}$	=	5.43 o sea	5.43 : 1

Ambas son más planas que 2:1 luego se aceptan





“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

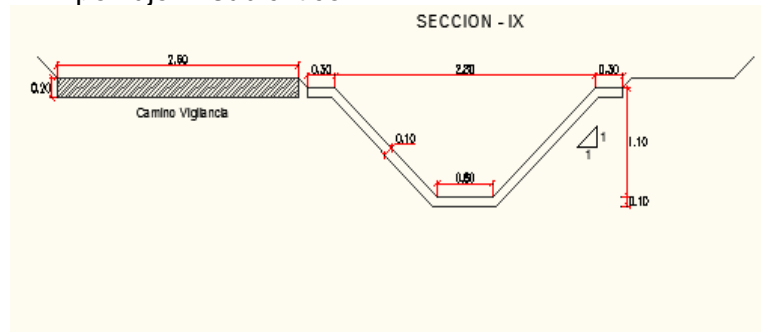
**Km 9+815 SECCION IX**

Longitud de Alcantarillas L= 7.00 m

**Datos del Canal**

- Q= 1.50 m<sup>3</sup>/s
- S= 3 o/oo
- b= 0.60 m
- Z= 1
- n= 0.014
- Yn= 0.644 m
- H= 1.10 m
- B= 2.80 m
- T= 1.89 m
- V= 1.87 m/s
- A= 0.8 m<sup>2</sup>
- P= 2.42 m
- R= 0.33 m
- F= 0.92

Tipo flujo sub critico



PROGRESIVAS			CAUDAL	Pendiente
Nº	DESDE	HASTA	m <sup>3</sup> /s	%
01	9 + 820	9 + 740	1.50	1.70
02	9 + 740	9 + 830	1.50	3.00
03	9 + 830	9 + 930	1.50	2.00
04	9 + 930	10 + 200	1.50	3.00
05	10 + 200	10 + 340	2.00	3.00
06	10 + 340	10 + 410	1.50	3.00
07	10 + 410	11 + 040	1.50	1.50
08	11 + 040	11 + 380	1.50	3.00
09	11 + 380	12 + 114	2.00	1.50

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.50}{1.87} = \mathbf{0.80} \text{ m}^2$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

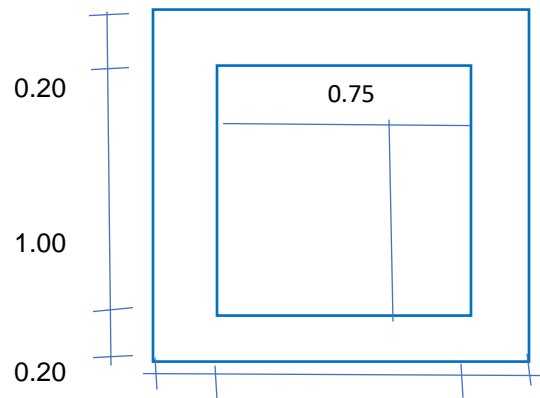
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.95$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.80$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.80}{1.10} = 0.73 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.95 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



			0.20	0.95		0.20		
<b>Longitud de transiciones</b>								
$Lt =$	$\frac{T1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$							
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	0.95	$+$	1.29	$=$	<b>2.24</b>	m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)						
$Lt =$	$\frac{2.24}{2}$	$=$	<b>1.12</b>	m				

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.00 + 0.95 = 1.95 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.95$

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>				
cota 1 =	820.725	msnm	(del perfil del canal)	
Nivel de agua en 1	=	820.73	+ $Y_n$	= 821.369
cota 2 =	821.37	-	0.75	= 820.619
cota 2 =	820.619			
Nivel de agua en 2	=	820.62	+ 0.75	= 821.369

<b>Longitud de Alcantarilla</b>	
cota del camino	= 821.500
Cota del punto 2	= 820.619
Dif. De cotas	= 0.881
Longitud	= 7.00 m

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
$S = (V^n/r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014]/[0.42^{2/3}]^2$	=	0.02618 = 0.520
S=	0.520			

Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.

Entonces, Se Toma :	S =	3 o/oo		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	820.619	-	0.021 = 820.598
Cota de la Plantilla =	820.598			
Nivel de agua en 3 =	820.598	+ 0.75	=	821.348

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>				
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:				
Longitud de Alcantar. + Transición:	=	7.00	+	3.9 = 10.90 m
Desnivel = S canal * L alcant	=	0.003	*	10.90 = 0.0327 m

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Cota 1 - Desnivel	=	820.73	-	0.0327	=	820.692
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>820.692</b>				
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	820.69	+	0.644	=	<b>821.336</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>					
$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente			
<b>Pérdidas por Entrada</b>					
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$					
Según las Ecuaciones Descritas					
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	=	1.80 m <sup>2</sup>	
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m			
R =	0.33				
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>					

<b>Pérdidas por Fricción</b>						
S =	3.000 o/oo					
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003	=	<b>0.021</b>	
<b>Pérdidas por Salida</b>						
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>						
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>						
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	=	0.00	+	0.021	+	0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.021</b>				

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)

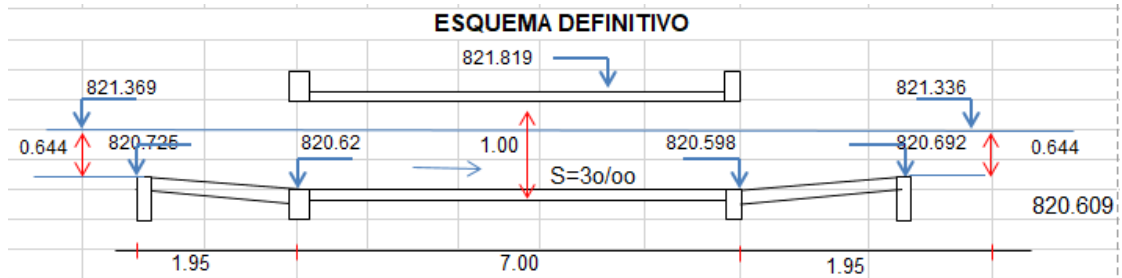
$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$					
--	--	--	--	--	--

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

$Cota\ 1 + Y_n + V_2/2g$	=	$Cota\ 4 + Y_n + Perd.$								
820.725	+	0.644	+	0.178	=	820.692	+	0.644	+	0.02
						821.547	=	821.357		
		<b>Diferencia =</b>	<b>0.190</b>							

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

<b>Inclinación de las Transiciones</b>				
<b>Transición de Entrada</b>				
3	=	3	=	28.30 o sea 28.30 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.106		
<b>Transición de Salida</b>				
3	=	3	=	31.81 o sea 31.81 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.094		
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan				



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

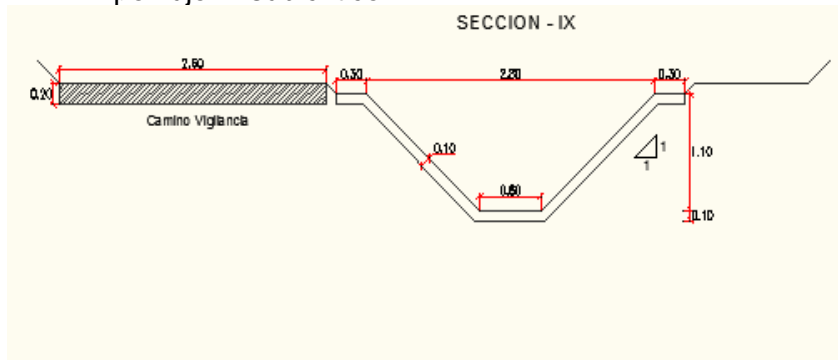
**Km 9+922 SECCION IX**

Longitud de Alcantarillas L= 7.00 m

**Datos del Canal**

- Q= 1.50 m<sup>3</sup>/s
- S= 3 o/o
- b= 0.60 m
- Z= 1
- n= 0.014
- Yn= 0.644 m
- H= 1.10 m
- B= 2.80 m
- T= 1.89 m
- V= 1.87 m/s
- A= 0.8 m<sup>2</sup>
- P= 2.42 m
- R= 0.33 m
- F= 0.92

Tipo flujo sub critico



PROGRESIVAS			CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
Nº	DESDE	HASTA		
01	9 + 820	9 + 740	1.50	1.70
02	9 + 740	9 + 830	1.50	3.00
03	9 + 830	9 + 930	1.50	2.00
04	9 + 930	10 + 200	1.50	3.00
05	10 + 200	10 + 340	2.00	3.00
06	10 + 340	10 + 410	1.50	3.00
07	10 + 410	11 + 040	1.50	1.50
08	11 + 040	11 + 380	1.50	3.00
09	11 + 380	12 + 114	2.00	1.50

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.50}{1.87} = \mathbf{0.80 \text{ m}^2}$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

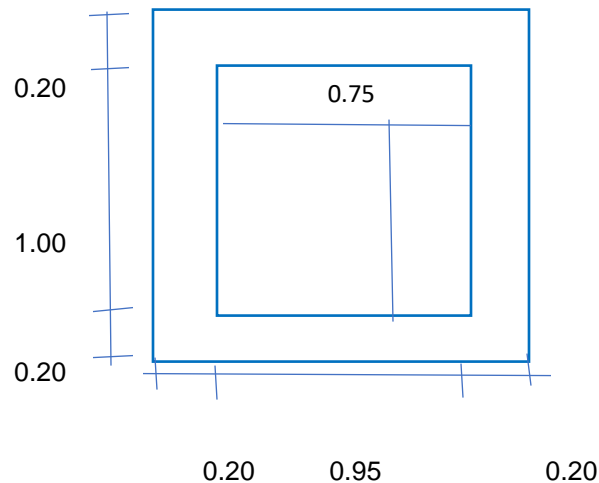
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.95$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.80$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.80}{1.10} = 0.73 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.95 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



<u>Longitud de transiciones</u>					
$Lt =$	$\frac{T1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$				
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.95$	$+$	$1.29 = 2.24 \text{ m}$
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$Lt =$	$\frac{2.24}{2}$	$=$	$1.12$		$\text{m}$

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.00 + 0.95 = 1.95 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.95$

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2**

$$\text{cota 1} = 820.496 \text{ msnm} \quad (\text{del perfil del canal})$$

$$\text{Nivel de agua en 1} = 820.5 + Y_n = 821.140$$

$$\text{cota 2} = 821.14 - 0.75 = 820.390$$

$$\text{cota 2} = 820.390$$

$$\text{Nivel de agua en 2} = 820.39 + 0.75 = 821.140$$

**Longitud de Alcantarilla**

cota del camino	=	821.500
Cota del punto 2	=	820.390
Dif. De cotas	=	1.110
Longitud	=	7.00 m

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3**

$$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2 = \frac{[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2}{0.0363} = 0.02618 = 0.520$$

$$S = 0.520$$

**Por criterio** La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.

Entonces, Se Toma :  $S = 3 \text{ o/oo}$

$$\text{Cota del Punto 2} - (S \cdot \text{Longitud}) = 820.390 - 0.021 = 820.369$$

$$\text{Cota de la Plantilla} = 820.369$$

$$\text{Nivel de agua en 3} = 820.369 + 0.75 = 821.119$$



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transición:	=	7.00	+	3.9	= 10.90 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	10.90	= <b>0.0327 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	820.5	-	0.0327	= 820.463
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>820.463</b>			
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	820.46	+	0.644	= <b>821.107</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>					
<b><math>E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma</math> perdidas</b>	<b>(A)</b>	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente			
<b>Pérdidas por Entrada</b>					
$Pog = (f/2tg\ 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$					
Según las Ecuaciones Descritas					
$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805$	=	1.76	=	1.80 m <sup>2</sup>	
$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m			
R =	0.33				
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>					

<b>Pérdidas por Fricción</b>					
S =	3.000 o/oo				
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003	=	<b>0.021</b>
<b>Pérdidas por Salida</b>					
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>					
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>					
<b>Perd. = Pe + Pf + P:</b>	=	0.00	+	0.021	+ 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.021</b>			

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)

**$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma$  perdidas**

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Cota 1 + Yn + V2/2g		=	Cota 4 + Yn + Perd.							
820.496	+	0.644	+	0.178	=	820.463	+	0.644	+	0.02
				821.318	=	821.128				
		<b>Diferencia =</b>		<b>0.190</b>						
Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.										

**Inclinación de las Transiciones**

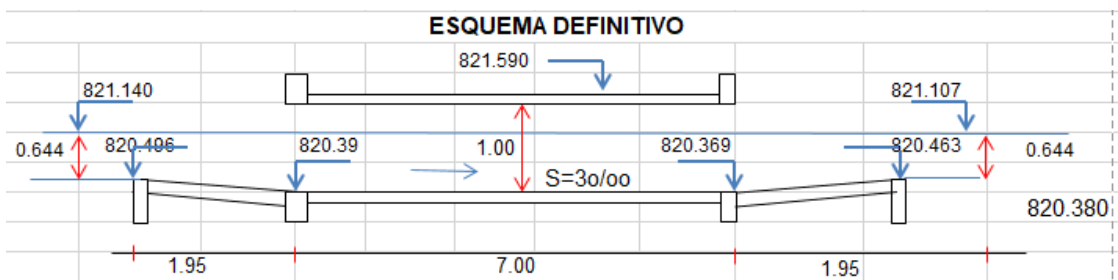
**Transición de Entrada**

3	=	3	=	28.30 o sea	28.30 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.106			

**Transición de Salida**

3	=	3	=	31.81 o sea	31.81 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.094			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



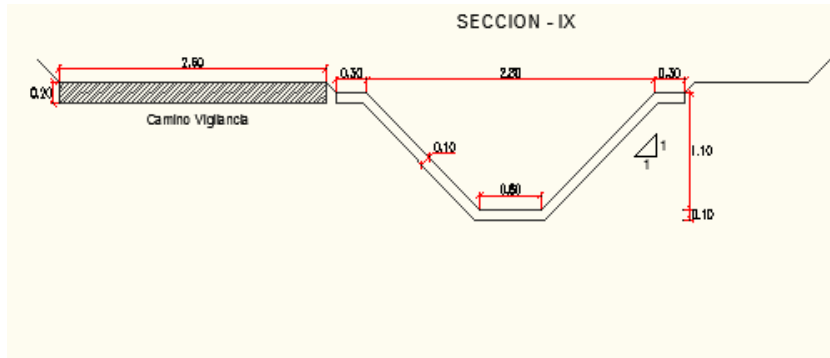
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Km 10+390 SECCION IX**  
**Longitud de Alcantarillas** L= 7.00 m

**Datos del Canal**

- Q= 1.50 m<sup>3</sup>/s
- S= 3 o/oo
- b= 0.60 m
- Z= 1
- n= 0.014
- Y<sub>n</sub>= 0.644 m
- H= 1.10 m
- B= 2.80 m
- T= 1.89 m
- V= 1.87 m/s
- A= 0.8 m<sup>2</sup>
- P= 2.42 m
- R= 0.33 m
- F= 0.92

Tipo flujo sub critico



N°	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	9 + 820	9 + 740	1.50	1.70
02	9 + 740	9 + 830	1.50	3.00
03	9 + 830	9 + 930	1.50	2.00
04	9 + 930	10 + 200	1.50	3.00
05	10 + 200	10 + 340	2.00	3.00
06	10 + 340	10 + 410	1.50	3.00
07	10 + 410	11 + 040	1.50	1.50
08	11 + 040	11 + 380	1.50	3.00
09	11 + 380	12 + 114	2.00	1.50

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.50}{1.87} = 0.80 \text{ m}^2$$

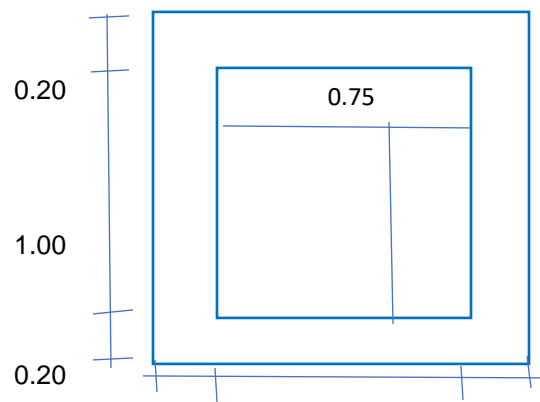
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.95 \text{ m}$ ., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.80$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.80}{1.10} = 0.73 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.95 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



			0.20	0.95	0.20	
<b>Longitud de transiciones</b>						
$L_t =$	$T_1$					
	$2Tg \alpha/2$					
$T_1 =$	$b + 2zy$	$=$	0.95	$+$	1.29	$= 2.24 \text{ m}$

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

$\alpha/2 =$	45°	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)		
$L_t =$	$\frac{2.24}{2}$	$=$	<b>1.12</b>	m

Como  $L_t =$  resulta demasiado corto se toma:

**$L_t = D + b$**

$L_t = 1.00 + 0.95 = 1.95$  m

Se toma :  **$L_t = 1.95$**

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2**

**cota 1 = 818.885** msnm (del perfil del canal)

**Nivel de agua en 1 = 818.89 +  $Y_n$  = 819.529**

**cota 2 = 819.53 - 0.75 = 818.779**

**cota 2 = 818.779**

**Nivel de agua en 2 = 818.78 + 0.75 = 819.529**

**Longitud de Alcantarilla**

cota del camino	=	821.500
Cota del punto 2	=	818.779
Dif. De cotas	=	2.721
Longitud	=	7.00 m

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3**

**$S = \frac{(V \cdot n / r^{2/3})^2}{0.0363} = \frac{[2.18 \cdot 0.014]^2}{[0.42^{2/3}]^2} = 0.02618 = 0.520$**

**S = 0.520**

**Por criterio** La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.

**Entonces, Se Toma : S = 3 o/oo**

**Cota del Punto 2 - (S \* Longitud) = 818.779 - 0.021 = 818.758**

**Cota de la Plantilla = 818.758**

**Nivel de agua en 3 = 818.758 + 0.75 = 819.508**

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transicione	=	7.00	+	3.9	= 10.90 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003	*	10.90	= <b>0.0327</b> m
Cota 1 - Desnivel	=	818.89	-	0.0327	= 818.852
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	=	<b>818.852</b>			
<b>Nivel de Agua en 4</b>	=	818.85	+	0.644	= <b>819.496</b>

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>					
<b><math>E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma</math> perdidas</b>	<b>(A)</b>	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente			
<b>Pérdidas por Entrada</b>					
$Pog = (f/2tg\ 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$					
Según las Ecuaciones Descritas					
$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805$	=	1.76	=	1.80 m <sup>2</sup>	
$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m			
R =	0.33				
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>					

<b>Pérdidas por Fricción</b>					
S =	3.000 o/oo				
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003	=	<b>0.021</b>

<b>Pérdidas por Salida</b>					
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>					

<b>Sumatoria de Pérdidas</b>					
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	=	0.00	+	0.021	+ 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.021</b>			

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

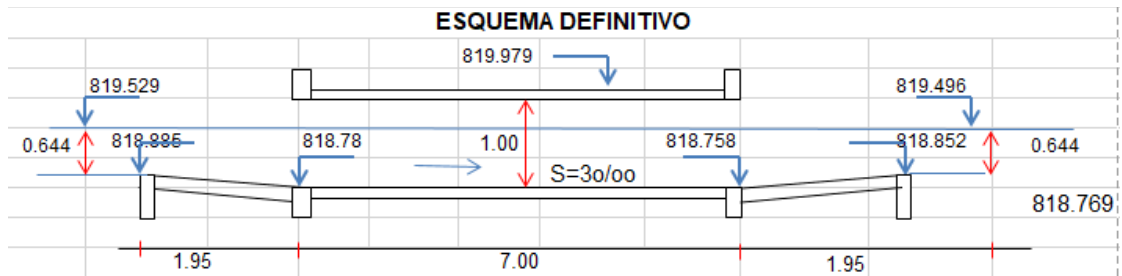
Reemplazando valores en la igualdad <b>(A)</b>					
<b><math>E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma</math> perdidas</b>					

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Cota 1 + Yn + V2/2g		=	Cota 4 + Yn + Perd.							
818.885	+	0.644	+	0.178	=	818.852	+	0.644	+	0.02
				819.707	=	819.517				
				<b>Diferencia =</b>		<b>0.190</b>				

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

<b>Inclinación de las Transiciones</b>				
<b>Transición de Entrada</b>				
3	=	3	=	28.30 o sea 28.30 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.106		
<b>Transición de Salida</b>				
3	=	3	=	31.81 o sea 31.81 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.094		
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan				



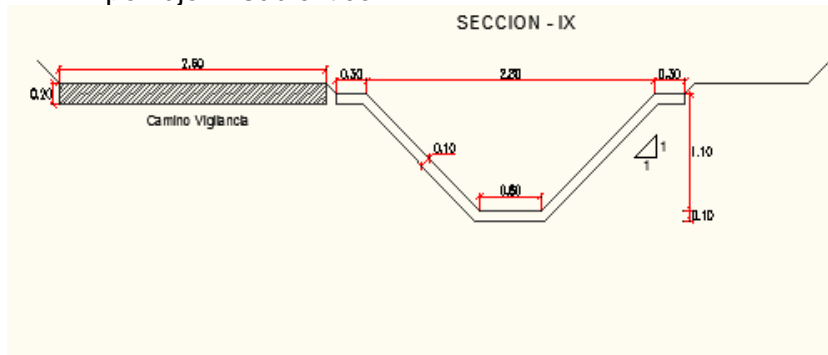
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**Km 10+497 SECCION IX**  
**Longitud de Alcantarillas** L= 7.00 m

**Datos del Canal**

Q= 1.50 m<sup>3</sup>/s  
 S= 1.5 o/oo  
 b= 0.60 m  
 Z= 1  
 n= 0.014  
 Yn= 0.763 m  
 H= 1.10 m  
 B= 2.80 m  
 T= 2.13 m  
 V= 1.44 m/s  
 A= 1.04 m<sup>2</sup>  
 P= 2.76 m  
 R= 0.38 m  
 F= 0.66

Tipo flujo sub critico



N°	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	9 + 820	9 + 740	1.50	1.70
02	9 + 740	9 + 830	1.50	3.00
03	9 + 830	9 + 930	1.50	2.00
04	9 + 930	10 + 200	1.50	3.00
05	10 + 200	10 + 340	2.00	3.00
06	10 + 340	10 + 410	1.50	3.00
07	10 + 410	11 + 040	1.50	1.50
08	11 + 040	11 + 380	1.50	3.00
09	11 + 380	12 + 114	2.00	1.50

**DISEÑO**

Área =  $\frac{Q}{V} = \frac{1.50}{1.44} = 1.04 \text{ m}^2$



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

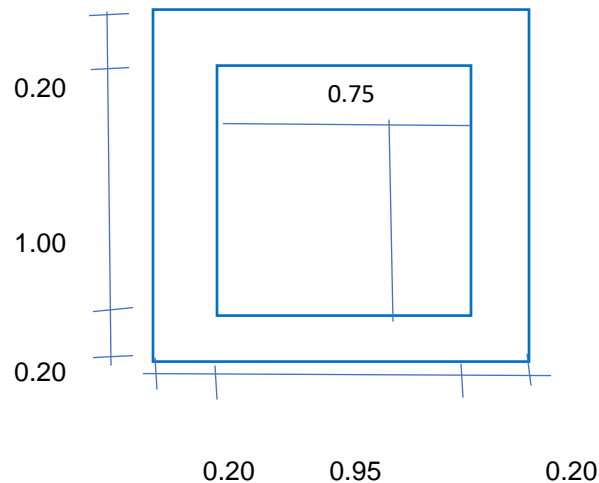
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.95$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 1.04$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{1.04}{1.10} = 0.95 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.95 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



**Longitud de transiciones**

$L_t =$	$\frac{T_1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$						
$T_1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.95$	$+$	$1.53$	$=$	$2.48 \text{ m}$
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)					
$L_t =$	$\frac{2.48}{2}$	$=$	$1.24$	$\text{m}$			

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como  $L_t$  = resulta demasiado corto se toma:

$$L_t = D + b$$

$$L_t = 1.00 + 0.95 = 1.95 \text{ m}$$

Se toma :  $L_t = 1.95$

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2**

cota 1 = 818.702 msnm (del perfil del canal)

Nivel de agua en 1 = 818.7 +  $Y_n$  = 819.465

cota 2 = 819.465 - 0.75 = 818.715

cota 2 = 818.715

Nivel de agua en 2 = 818.71 + 0.75 = 819.465

**Longitud de Alcantarilla**

cota del camino = 821.500

Cota del punto 2 = 818.715

Dif. De cotas = 2.785

Longitud = 7.00 m

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3**

$$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2 = \frac{[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]]^2}{0.0481} = 0.02016 = 0.175$$

S = 0.175

Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.

Entonces, Se Toma : S = 1.5 o/oo

Cota del Punto 2 - (S \* Longitud) = 818.715 - 0.0105 = 818.704

Cota de la Plantilla = 818.704

Nivel de agua en 3 = 818.704 + 0.75 = 819.454

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>					
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:					
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00	+	3.9	= 10.90 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.0015	*	10.90	= <b>0.01635 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	818.7	-	0.01635	= 818.685
<b>Cota de la Plantilla en 4 = 818.685</b>					
<b>Nivel de Agua en 4 = 818.69 + 0.763 = 819.448</b>					

**Cheque o Comprobacion hidraulica**

**$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma$  perdidas** (A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

**Pérdidas por Entrada**

$Pog = (f/2tg\ 45^{\circ})(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$

Según las Ecuaciones Descritas

$A1 = (1.10 + 1.5*0.805)*0.805 = 1.76 = 1.80\ m^2$

$F1 = 1.10 - 2*0.805 + 1.5^2 = 1.313\ m$

$R = 0.38$

Reemplazando valores se tiene que **Pog = 0**

**Pérdidas por Fricción**

$S = 1.500\ o/oo$

**Perdidas = 7 \* 0.0015 = 0.0105**

**Pérdidas por Salida**

Reemplazando valores se obtiene que **Pa = 0**

**Sumatoria de Pérdidas**

**Perd. = Pe + Pf + P;** = 0.00 + 0.0105 + 0.00

**Perd. = 0.0105**

Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)

**$E^{\circ}_1 = E_4 + \Sigma$  perdidas**

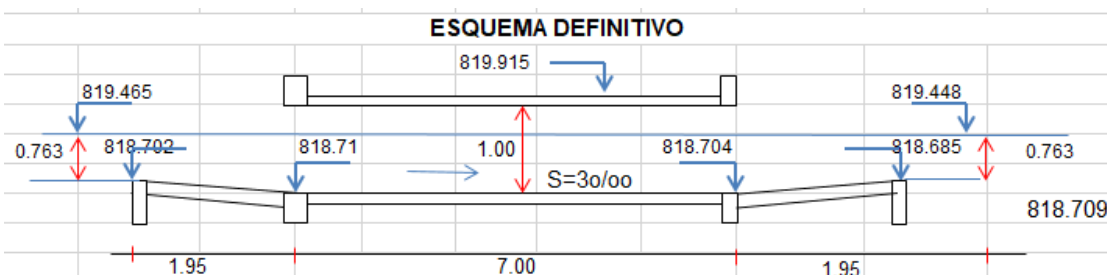
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

$Cota\ 1 + Y_n + V^2/2g$		=	$Cota\ 4 + Y_n + Perd.$							
818.7015	+	0.763	+	0.106	=	818.685	+	0.763	+	0.01
						819.570	=	819.459		
		<b>Diferencia =</b>		<b>0.112</b>						

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

**Inclinación de las Transiciones**

<b>Transición de Entrada</b>				
1.5	=	1.5	=	-115.38 o sea
<b>Cota 1 - Cota 2</b>				
		-0.013		-115.38 : 1
<b>Transición de Salida</b>				
1.5	=	1.5	=	-79.58 o sea
<b>Cota 4 - Cota 3</b>				
		-0.019		-79.58 : 1



**Km 11+018 SECCION IX**

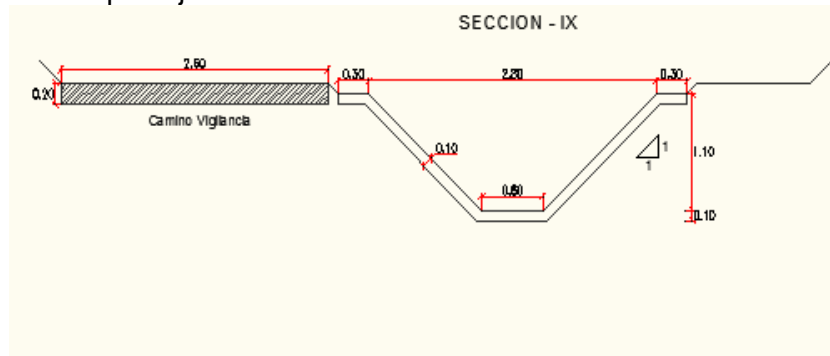
Longitud de Alcantarillas L= 7.00 m

**Datos del Canal**

- Q= 1.50 m<sup>3</sup>/s
- S= 1.5 o/oo
- b= 0.60 m
- Z= 1.00
- n= 0.014
- Y<sub>n</sub>= 0.763 m
- H= 1.10 m
- B= 2.80 m
- T= 2.13 m
- V= 1.44 m/s
- A= 1.04 m<sup>2</sup>
- P= 2.76 m
- R= 0.38 m

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

$F = 0.66$   
 Tipo flujo sub crítico



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL	Pendiente
	DESDE	HASTA	m <sup>3</sup> /s	%
01	9 + 820	9 + 740	1.50	1.70
02	9 + 740	9 + 830	1.50	3.00
03	9 + 830	9 + 930	1.50	2.00
04	9 + 930	10 + 200	1.50	3.00
05	10 + 200	10 + 340	2.00	3.00
06	10 + 340	10 + 410	1.50	3.00
07	10 + 410	11 + 040	1.50	1.50
08	11 + 040	11 + 380	1.50	3.00
09	11 + 380	12 + 114	2.00	1.50

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.50}{1.44} = 1.04 \text{ m}^2$$

Si asumimos una plantilla de  $b = 0.95 \text{ m}$ ., nos resulta un tirante de:

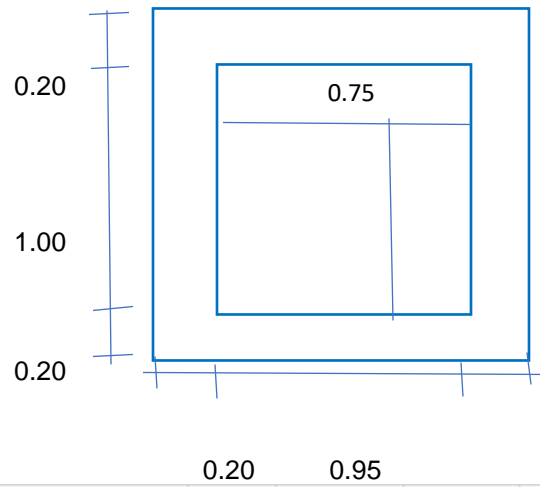
$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 1.04$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{1.04}{1.10} = 0.95 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.95 \times 1.00$ , con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



<b>Longitud de transiciones</b>		0.20	0.95	0.20		
$Lt =$	$\frac{T1}{2Tg \alpha/2}$					
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.95$	$+$	$1.53$	$=$ <b>2.48</b> m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
$Lt =$	$\frac{2.48}{2}$	$=$	<b>1.24</b>	m		
Como $Lt =$ resulta demasiado corto se toma:						
$Lt = D + b$						
$Lt =$	$1.00 +$	$0.95$	$=$	<b>1.95</b>	m	
Se toma :	$Lt =$	<b>1.95</b>				

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>						
$cota\ 1 =$	<b>817.925</b>	msnm	(del perfil del canal)			
Nivel de agua en 1	$=$	$817.92$	$+$	$Y_n$	$=$	<b>818.688</b>
$cota\ 2 =$	$818.69$	$-$	$0.75$	$=$	<b>817.938</b>	
$cota\ 2 =$	<b>817.938</b>					
Nivel de agua en 2	$=$	$817.94$	$+$	$0.75$	$=$	<b>818.688</b>

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

<b>Longitud de Alcantarilla</b>				
cota del camino	=	821.500		
Cota del punto 2	=	817.938		
Dif. De cotas	=	3.562		
Longitud	=	7.00 m		
<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	=	0.02016 = <b>0.175</b>
				0.0481
<b>S=</b>	<b>0.175</b>			
<b>Por criterio</b> La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>1.5 o/oo</b>		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	817.938	-	0.0105 = 817.927
<b>Cota de la Plantilla =</b>	<b>817.927</b>			
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>817.927</b>	<b>+</b>	<b>0.75</b>	<b>= 818.677</b>

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>				
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:				
Longitud de Alcantar. + Transición:	=	7.00	+	3.9 = 10.90/m
<b>Desnivel = S canal * L alcant</b>	=	0.0015	*	10.90 = <b>0.01635</b> m
Cota 1 - Densivel	=	817.92	-	0.01635 = 817.908
<b>Cota de la Plantilla en 4 =</b>	<b>817.908</b>			
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>817.91</b>	<b>+</b>	<b>0.763</b>	<b>= 818.671</b>

**Cheque o Comprobacion hidraulica**  
 $E_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$  (A) en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente

<b>Pérdidas por Entrada</b>				
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1 - (A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$				
Según las Ecuaciones Descritas				
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	=	1.80 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m		
R =	0.38			
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>				

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

<b>Pérdidas por Fricción</b>				
S =	1.500	o/oo		
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.0015	= <b>0.0105</b>
<b>Pérdidas por Salida</b>				
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>				
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>				
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	=	0.00	+	0.0105
			+	0.00
	<b>Perd.</b>	=	<b>0.0105</b>	

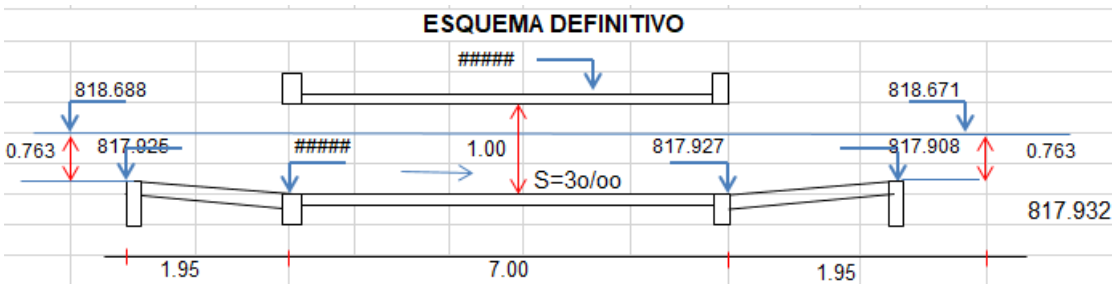
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)				
<b>E°<sub>1</sub> = E<sub>4</sub> + Σ pérdidas</b>				
Cota 1 + Yn + V <sup>2</sup> /2g	=	Cota 4 + Yn + Perd.		
817.9245	+	0.763	+	0.106
	=	817.908	+	0.763
			+	0.01
		818.793	=	818.682
	<b>Diferencia =</b>	<b>0.112</b>		

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

<b>Inclinación de las Transiciones</b>				
<b>Transición de Entrada</b>				
1.5	=	1.5	=	-115.38 o sea
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		-0.013		-115.38 : 1
<b>Transición de Salida</b>				
1.5	=	1.5	=	-79.58 o sea
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		-0.019		-79.58 : 1

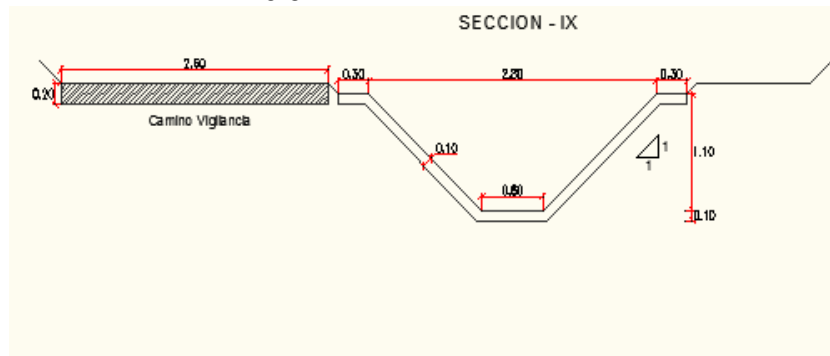
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan





“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

<b>Km</b>	<b>11+145</b>	<b>SECCION IX</b>
<b>Longitud de Alcantarillas</b>		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.50	m <sup>3</sup> /s
S=	3.0	o/oo
b=	0.60	m
Z=	1.00	
n=	0.014	
Y <sub>n</sub> =	0.644	m
H=	1.10	m
B=	2.80	m
T=	1.89	m
V=	1.87	m/s
A=	0.8	m <sup>2</sup>
P=	2.42	m
R=	0.33	m
F=	0.92	



Nº	PROGRESIVAS		CAUDAL m <sup>3</sup> /s	Pendiente ‰
	DESDE	HASTA		
01	9 + 820	9 + 740	1.50	1.70
02	9 + 740	9 + 830	1.50	3.00
03	9 + 830	9 + 930	1.50	2.00
04	9 + 930	10 + 200	1.50	3.00
05	10 + 200	10 + 340	2.00	3.00
06	10 + 340	10 + 410	1.50	3.00
07	10 + 410	11 + 040	1.50	1.50
08	11 + 040	11 + 380	1.50	3.00
09	11 + 380	12 + 114	2.00	1.50

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.50}{1.87} = \mathbf{0.80} \text{ m}^2$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

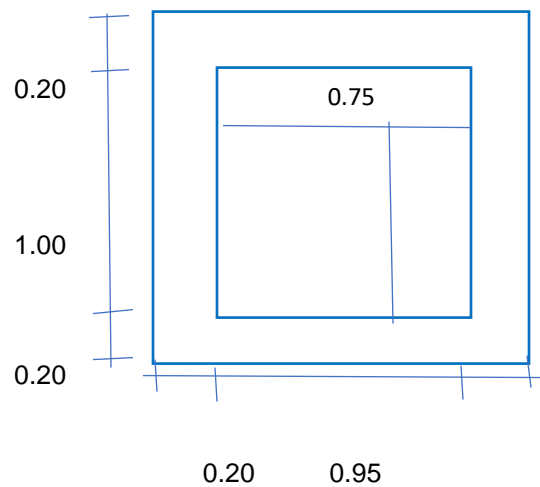
Si asumimos una plantilla de  $b = 0.95$  m., nos resulta un tirante de:

$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = 0.80$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.80}{1.10} = 0.73 \text{ m}$$

$$\text{Tirante} = 0.75 \text{ m}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.95 \times 1.00$ , con un borde libre de  $0.25$  que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx}}$ .



Longitud de transiciones		0.20	0.95	0.20		
$L_t =$	$\frac{T1}{2 \text{Tg } \alpha/2}$					
$T1 =$	$b + 2zy$	$= 0.95$	$+ 1.29$	$=$	<b>2.24</b>	m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)				
$L_t =$	$\frac{2.24}{2}$	$=$	<b>1.12</b>			m

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Como Lt = resulta demasiado corto se toma:				
<b>Lt = D + b</b>				
Lt =	1.00 +	0.95 =	1.95	m
Se toma : <b>Lt = 1.95</b>				
<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2</b>				
cota 1 =	817.315	msnm	(del perfil del canal)	
Nivel de agua en 1	= 817.32 +	Yn =	817.959	
cota 2 =	817.959 -	0.75 =	817.209	
<b>cota 2 =</b>	<b>817.209</b>			
Nivel de agua en 2	= 817.21 +	0.75 =	817.959	

<b>Longitud de Alcantarilla</b>				
cota del camino	=	821.500		
Cota del punto 2	=	817.209		
Dif. De cotas	=	4.291		
Longitud	=	7.00 m		
<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>				
<b>S = (V*n/r<sup>2/3</sup>)<sup>2</sup></b>	=	<b>[[2.18*0.014]/[0.42<sup>2/3</sup>]<sup>2</sup></b>	=	<b>0.02618 = 0.520</b>
<b>S=</b>	<b>0.520</b>			0.0363
Por criterio La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.				
Entonces, Se Toma :	<b>S =</b>	<b>3 o/oo</b>		
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	817.209 -	0.021 =	817.188
<b>Cota de la Plantilla :=</b>	<b>817.188</b>			
Nivel de agua en 3	=	817.188 +	0.75 =	817.938

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>				
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:				
Longitud de Alcantar. + Transiciones	=	7.00 +	3.9 =	10.90 m
<b>Desnivel = S canal*L alcant</b>	=	0.003 * 10.90 =	<b>0.0327</b>	m
Cota 1 - Desnivel	=	817.32 -	0.0327 =	817.282
<b>Cota de la Plantilla en 4</b>	<b>=</b>	<b>817.282</b>		
Nivel de Agua en 4	=	817.28 +	0.644 =	817.926

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

<b>Cheque o Comprobacion hidraulica</b>			
$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$	(A)	en este caso calcularemos las pérdidas analíticamente	
<b>Pérdidas por Entrada</b>			
$Pog = (f/2tg\ 45^o)(1-(A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$			
Según las Ecuaciones Descritas			
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	= 1.80 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 \cdot 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313	m
R =	0.33		
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>			

<b>Pérdidas por Fricción</b>			
S =	3.000	o/o	
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003 = <b>0.021</b>

<b>Pérdidas por Salida</b>			
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>			

<b>Sumatoria de Pérdidas</b>			
<b>Perd. = Pe + Pf + Ps</b>	=	0.00	+ 0.021 + 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.021</b>	

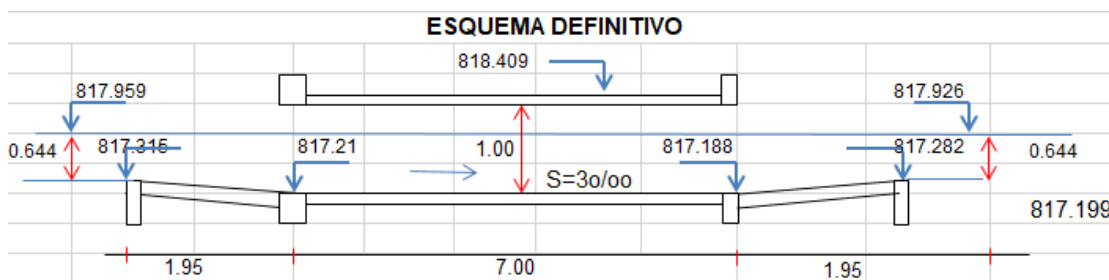
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)			
$E^o_1 = E_4 + \Sigma \text{perdidas}$			
$Cota\ 1 + Yn + V2/2g$	=	$Cota\ 4 + Yn + Perd.$	
817.315	+	0.644	+ 0.178 = 817.282 + 0.644 + 0.02
		818.137	= 817.947
<b>Diferencia =</b>	<b>0.190</b>		

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

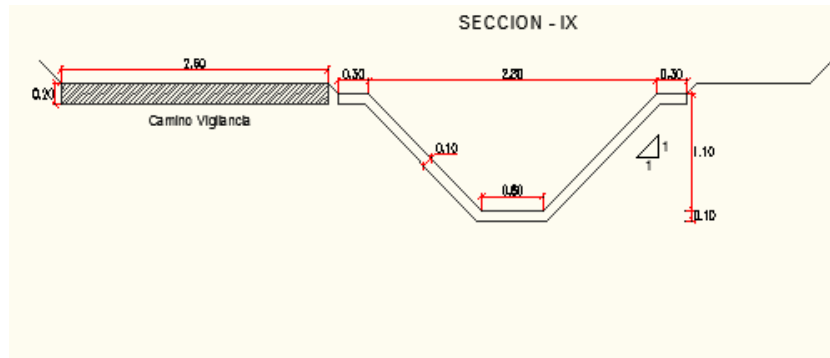
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Inclinación de las Transiciones					
<b>Transición de Entrada</b>					
3	=	3	=	28.30 o sea	28.30 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>		0.106			
<b>Transición de Salida</b>					
3	=	3	=	31.81 o sea	31.81 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>		0.094			
Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan					



Km	11+335	SECCION IX
<b>Longitud de Alcantarillas</b>		L= 7.00 m
<b>Datos del Canal</b>		
Q=	1.50	m <sup>3</sup> /s
S=	3.0	o/oo
b=	0.60	m
Z=	1.00	
n=	0.014	
Yn=	0.644	m
H=	1.10	m
B=	2.80	m
T=	1.89	m
V=	1.87	m/s
A=	0.8	m <sup>2</sup>
P=	2.42	m
R=	0.33	m
F=	0.92	
Tipo flujo	sub critico	

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



N°	PROGRESIVAS		CAUDAL m3/s	Pendiente %/m
	DESDE	HASTA		
01	9 + 820	9 + 740	1.50	1.70
02	9 + 740	9 + 830	1.50	3.00
03	9 + 830	9 + 930	1.50	2.00
04	9 + 930	10 + 200	1.50	3.00
05	10 + 200	10 + 340	2.00	3.00
06	10 + 340	10 + 410	1.50	3.00
07	10 + 410	11 + 040	1.50	1.50
08	11 + 040	11 + 380	1.50	3.00
09	11 + 380	12 + 114	2.00	1.50

**DISEÑO**

$$\text{Área} = \frac{Q}{V} = \frac{1.50}{1.87} = \mathbf{0.80 \text{ m}^2}$$

Si asumimos una plantilla de  $b = 0.95 \text{ m.}$ , nos resulta un tirante de:

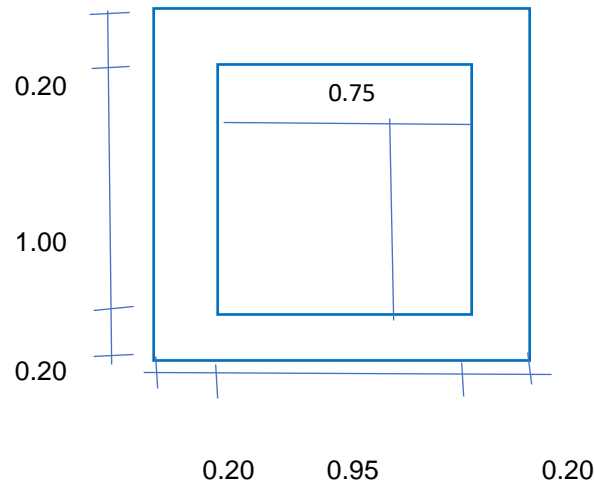
$$\text{Área} = \text{Plantilla} \times \text{tirante} = \mathbf{0.80}$$

$$\text{Tirante} = \frac{\text{Area}}{\text{Plantilla}} = \frac{0.80}{1.10} = \mathbf{0.73 \text{ m}}$$

$$\text{Tirante} = \mathbf{0.75 \text{ m}}$$

En consecuencia, podemos asumir una alcantarilla de 01 ojo, cada ojo de sección rectangular de:  $0.95 \times 1.00$ , con un borde libre de 0.25 que puede servir para los avenamientos y para caudales imprevistos o extraordinarios mayores a  $Q_{\text{máx.}}$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



<b>Longitud de transiciones</b>					
$Lt =$	$\frac{T1}{2Tg}$	$\alpha/2$			
$T1 =$	$b + 2zy$	$=$	$0.95$	$+$	$1.29 = 2.24$ m
$\alpha/2 =$	$45^\circ$	(para asegurar una mayor capacidad de embalse en casos fortuitos)			
$Lt =$	$\frac{2.24}{2}$	$=$	$1.12$	m	

Como  $Lt =$  resulta demasiado corto se toma:

$$Lt = D + b = 1.00 + 0.95 = 1.95 \text{ m}$$

Se toma :  $Lt = 1.95$

**Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 2**

<b>cota 1 =</b>	<b>816.410</b> msnm	(del perfil del canal)			
<b>Nivel de agua en 1 =</b>	<b>816.41</b>	<b>+</b>	<b><math>Y_n</math></b>	<b>=</b>	<b>817.054</b>
<b>cota 2 =</b>	<b>817.05</b>	<b>-</b>	<b>0.75</b>	<b>=</b>	<b>816.304</b>
<b>cota 2 =</b>	<b>816.304</b>				
<b>Nivel de agua en 2 =</b>	<b>816.3</b>	<b>+</b>	<b>0.75</b>	<b>=</b>	<b>817.054</b>

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

<b>Longitud de Alcantarilla</b>			
cota del camino	=	821.500	
Cota del punto 2	=	816.304	
Dif. De cotas	=	5.196	
Longitud	=	7.00 m	

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 3</b>			
$S = (V \cdot n / r^{2/3})^2$	=	$[[2.18 \cdot 0.014] / [0.42^{2/3}]^2$	= 0.02618 = <b>0.520</b>
			0.0363
<b>S=</b>	<b>0.520</b>		
<b>Por criterio</b> La pendiente de la alcantarilla debe ser igual al a pendiente del canal.			
<b>Entonces, Se Toma :</b>	<b>S =</b>	<b>3 o/oo</b>	
Cota del Punto 2 - (S * Longitud)	=	816.304 - 0.021	= 816.283
<b>Cota de la Plantilla =</b>	<b>816.283</b>		
<b>Nivel de agua en 3 =</b>	<b>816.283 + 0.75 =</b>	<b>817.033</b>	

<b>Cota de la Plantilla de la Alcantarilla en el Punto 4</b>			
Se obtiene del Perfil del Canal y esta equivale a:			
Longitud de Alcantar. + Transicione	=	7.00 + 3.9	= 10.90 m
<b>Desnivel = S canal * L alcant</b>	=	0.003 * 10.90	= <b>0.0327 m</b>
Cota 1 - Desnivel	=	816.41 - 0.0327	= 816.377
<b>Cota de la Plantilla en 4 =</b>	<b>816.377</b>		
<b>Nivel de Agua en 4 =</b>	<b>816.38 + 0.644 =</b>	<b>817.021</b>	

<b>Pérdidas por Entrada</b>			
$Pog = (f/2tg 45^\circ)(1 - (A2^2/A1^2))(V2^2/2g)$			
Según las Ecuaciones Descritas			
$A1 = (1.10 + 1.5 \cdot 0.805) \cdot 0.805$	=	1.76	= 1.80 m <sup>2</sup>
$F1 = 1.10 - 2 \cdot 0.805 + 1.5^2$	=	1.313 m	
R =	0.33		
Reemplazando valores se tiene que <b>Pog = 0</b>			



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

<b>Pérdidas por Fricción</b>				
S =	3.000	o/oo		
<b>Perdidas =</b>	7	*	0.003	= 0.021
<b>Pérdidas por Salida</b>				
Reemplazando valores se obtiene que <b>Pa = 0</b>				
<b>Sumatoria de Pérdidas</b>				
<b>Perd. = Pe + Pf + P</b>	=	0.00	+	0.021 + 0.00
<b>Perd.</b>	=	<b>0.021</b>		

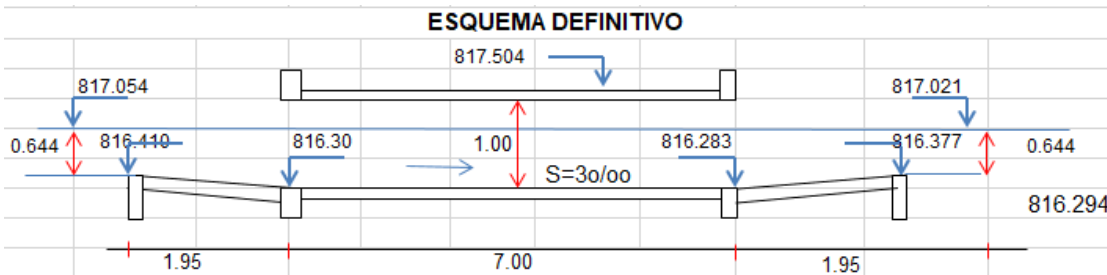
Se puede concluir que cuando se proyecta con velocidades iguales, las perdidas de cargas se pueden despreciar.

Reemplazando valores en la igualdad (A)				
<b>E°<sub>1</sub> = E<sub>4</sub> + Σ pérdidas</b>				
Cota 1 + Y <sub>n</sub> + V <sup>2</sup> /2g	=	Cota 4 + Y <sub>n</sub> + Perd.		
816.41 + 0.644 + 0.178	=	816.377 + 0.644 + 0.02		
		817.232	=	817.042
<b>Diferencia =</b>	<b>0.190</b>			

Lo que significa que no habrá problema hidráulico, puesto que la carga hidráulica en 1 es mayor que en 4.

<b>Inclinación de las Transiciones</b>				
<b>Transición de Entrada</b>				
3	=	3	=	28.30 o sea 28.30 : 1
<b>Cota 1 - Cota 2</b>	0.106			
<b>Transición de Salida</b>				
3	=	3	=	31.81 o sea 31.81 : 1
<b>Cota 4 - Cota 3</b>	0.094			

Ambas son más planas que 3:1 luego se aceptan



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

#### **4.6.3. Criterios de diseño estructural**

Se han elaborado hojas de cálculos para diseñar la estructura de las alcantarillas teniendo como base el estudio de mecánica de suelos en el que se determinó el suelo de tipo arcilloso. se supuso un comportamiento lineal y elástico.

Para efectos del análisis realizado a las alcantarillas se han adoptado para los elementos estructurales los valores indicados a continuación:

Concreto armado:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (E = 217 370.6 kg/cm<sup>2</sup>)

Acero de refuerzo G-60:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  (E = 2'000,000 kg/cm<sup>2</sup>)

#### **Cargas**

Para el diseño se ha considerado entre las cargas las siguientes: Carga Muerta, Peso propio de ña estructura, Presión de Tierra horizontal, Carga superficial del terreno, Carga del agua en curso, carga Vehicular, cargas sísmicas, etc.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

# CAPÍTULO V

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Se concluye que:

El diseño hidráulico y estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco ubicado entre los distritos de Nueva Cajamarca y San Fernando en la provincia de Rioja y Región San Martín, servirán como parte fundamental para la elaboración de un futuro expediente técnico de obra satisfaciendo las necesidades de regulación del abastecimiento de agua para los diversos sembríos agrícolas de los 529 beneficiarios directos y sus 2,405 hectáreas de cultivo de arroz, así mismo se lograra reducir y mitigar el impacto de las pérdidas del recurso hídrico por infiltración en una caja sin revestimiento; las pérdidas de suelos por erosión en las estructuras de pase en curvas y tomas de aguas diseñadas como alcantarillas de concreto armado sobre los cruces y cambios de dirección a lo largo de la línea de conducción del canal principal. De este modo la productividad de los cultivos será más eficiente por un consumo más controlado y aprovechado regularmente causado por las menores pérdidas generadas del recurso hídrico en los tramos críticos las cuales han sido reforzadas con las alcantarillas diseñadas.

Para el diseño hidráulico de las alcantarillas se han utilizado como caudales mínimos los mismos que se distribuyen a lo largo de la línea de conducción del canal principal; las pendientes de las alcantarillas siguen en la misma proporción para mantener la continuidad del flujo a excepción de las zonas de transición de entrada y salida en la que se calculó una rampa con inclinación máxima y mantener un flujo que este por debajo de ser súper crítico.

Según el estudio de mecánica de suelos, se presenta en gran mayoría suelos arcillosos con baja presencia de gravas lo cual es la razón principal

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

de las erosiones de caja en terreno natural, lo que se llevó a definir un revestimiento de concreto a la caja, siendo las alcantarillas estructuras reforzadas con concreto armado para asegurar firmeza ante las pérdidas por infiltración y erosión y por ser necesario la resistencia a soportar cargas muy altas como las cargas vivas de tránsito, empuje activo de suelo y las presiones máximas de flujo del agua en estas zonas críticas.

El diseño hidráulico de alcantarillas determino las secciones y elementos geométricos de las 23 alcantarillas siendo algunos de reforzar y reconstruir las ya existentes, así como de crear las que se presentan en los anexos de planos que tiene como resumen lo siguiente.

N°	KM	a	b	c	L	h	s	LTE	LTS	Cota "1"	Cota "2"	Cota "3"	Cota "4"	KM "1"	KM "2"
AL-01	2+385	1.10	1.25	0.70	9.50	1.35	3.0 % <sub>100</sub>	2.45	2.45	857.077	857.049	857.063	858.663	2+380.25	2+389.75
AL-02	2+400	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0 % <sub>100</sub>	2.45	2.45	857.045	857.024	857.034	858.634	2+396.50	2+403.50
AL-03	3+580	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0 % <sub>100</sub>	2.45	2.45	848.152	848.131	848.141	849.741	3+576.50	3+583.50
AL-04	4+000	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0 % <sub>100</sub>	2.45	2.45	845.561	845.540	845.550	847.150	4+996.50	4+003.50
AL-05	4+400	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	843.178	843.157	843.167	844.517	4+396.50	4+403.50
AL-06	4+455	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	843.013	842.992	843.002	844.352	4+451.50	4+458.50
AL-07	5+018	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	838.671	838.650	838.660	840.010	5+014.50	5+021.50
AL-08	5+220	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	836.961	836.940	836.950	838.300	5+216.50	5+223.50
AL-09	5+480	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	835.421	835.400	835.410	836.760	5+476.50	5+483.50
AL-10	5+587	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	835.004	834.983	834.993	836.343	5+583.50	5+590.50
AL-11	5+815	0.80	1.00	0.50	9.50	1.15	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	834.169	834.141	834.155	835.555	5+810.25	5+819.75
AL-12	6+015	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	832.970	832.949	832.959	834.309	6+011.50	6+018.50
AL-13	6+115	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0 % <sub>100</sub>	1.80	1.80	832.070	832.049	832.059	833.409	6+111.50	6+118.50
AL-14	6+247	0.80	1.00	0.50	9.50	1.15	3.0 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	831.523	831.495	831.509	832.909	6+242.25	6+251.75
AL-15	6+427	1.10	1.25	0.70	7.00	1.50	2.0 % <sub>100</sub>	2.60	2.60	829.808	829.794	829.801	831.551	6+423.50	6+430.50
AL-16	7+685	1.10	1.25	0.70	9.50	1.60	3.0 % <sub>100</sub>	2.70	2.70	825.960	825.932	825.946	827.796	7+680.25	7+689.75
AL-17	9+815	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	820.620	820.599	820.609	822.059	9+811.50	9+818.50
AL-18	9+922	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	820.391	820.370	820.380	821.830	9+918.50	9+925.50
AL-19	10+390	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	818.780	818.759	818.769	820.219	10+386.50	10+393.50
AL-20	10+497	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	1.5 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	818.714	818.704	818.709	820.159	10+493.50	10+500.50
AL-21	11+018	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	1.5 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	817.937	817.927	817.932	819.382	11+014.50	11+021.50
AL-22	11+145	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	817.210	817.189	817.199	818.649	11+141.50	11+148.50
AL-23	11+335	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0 % <sub>100</sub>	1.95	1.95	816.305	816.284	816.294	817.744	11+331.50	11+338.50

Para el diseño estructural se ha definido como medidas generales a las alcantarillas un revestimiento de  $e = 25$  cm alrededor de la longitud para ambos lados de las paredes, la base y la tapa de concreto con una resistencia a la compresión de  $f' c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>. Para efectos de protección se colocó un solado para la base de  $e = 10$  cm con  $f' c = 100$  Kg/cm<sup>2</sup>.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

Las distribuciones de los aceros de refuerzo se han diseñado con  $f' = 4200 \text{ Kg/cm}^2$  que están definidas de la siguiente manera.

- En la base y tapa de alcantarilla enmallado con fierros  $\varnothing 1/2" @ 0.30$  en ambas direcciones.
- En las paredes de la alcantarilla enmallado con fierros  $\varnothing 1/2" @ 0.18$  en ambas direcciones.
- Para la estructura de transición enmallado con fierros  $\varnothing 3/8" @ 0.23$  en ambas direcciones.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Como parte del estudio y diseño hidráulico y estructural de las alcantarillas se recomienda la consideración de esta tesis para la elaboración de un futuro expediente técnico siendo el proyecto de gran viabilidad y de primordial avance técnico profesional así mismo para otros proyectos de carácter similar.

Para la ejecución y viabilidad del proyecto se recomienda diseñar la línea de conducción del canal principal con una caja de material revestido con concreto al largo de los más de 13 kilómetros los cuales servirán para empalmar las alcantarillas diseñadas y solucionar más a fondo los problemas determinados en esta investigación.

Al revestir las alcantarillas se deberá mantener las especificaciones técnicas de manera cuidadosa a fin de no alterar el coeficiente de rugosidad en la sección.

Se recomienda llevar a cabo un mantenimiento rutinario a fin de preservar las estructuras hidráulicas en óptimas condiciones para la adecuada regulación y distribución del elemento hídrico y así como de los elementos que lo pueden afectar como desechos orgánicos e inorgánicos a los que se someten por la irresponsabilidad de algunos pobladores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Baltodano Quintero, W.M. y Del Socorro Morales, Ñ. Sh.** “Diseño Hidráulico de un canal de 1km de longitud que comprende parte de la zona 2, 5, 6 y 11 del municipio de ciudad Sandino, de Marzo a Julio de 2015”. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Nicaragua: s.n,2015. pág. 114. Monografía para optar al título de Ingeniero Civil.
2. **Castillo Altamirano, M. E.** “Evaluación Hidrológica e Hidráulica de los drenajes transversales en la carretera Cocahuayco – Cocachimba – Bongará – Amazonas”. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca-Jaén, Perú: s.n, 2017. pág. 129. Tesis para optar el título de Ingeniería Civil.
3. **Gamboa Sinarahua, J. M. y Chuquillin Torres, E.** “Diseño Hidráulico y Estructural para el sistema de alcantarillado pluvial urbano de la urbanización popular la Unión, distrito de Soritor, Provincia de Moyobamba – Región San Martín”. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú: s.n, 2019. pág. 104. Tesis para optar por el título de Ingeniería Civil.
4. **Ing. Sparrow, E** “Hidráulica Básica de Canales”, Universidad Nacional de Santa, Primera Edición, Ancash-Perú. 2018
5. **Lao Saavedra, L. S.** “Diseño Hidráulico del drenaje pluvial para mejorar la calidad de vida de las asociaciones de vivienda óvalo del sur – distrito de la Banda de Shilcayo – Provincia de San Martín – Región San Martín”. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú: s.n, 2019. pág. 95. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniería Civil.
6. **Morales Uchofen, N. W.**, “Infraestructura de Riego parte I”, Chiclayo- Perú. 1990.
7. **Panta Lalopú, C. G.** "Mejoramiento del Sistema de Riego Tunan". Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque, Perú: s.n, 2014. pág. 334. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Agrícola.



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

8. **Pizarro Baldera, J. C.** “Diseño hidráulico de canales”, capítulo III: , Morales. San Martín, Perú 2013.
9. **Ramírez Salas, P. y Guerrero Geraldo, B.** “Diseño Hidráulico y Estructural del sistema de drenaje pluvial urbano del sector las lomas de San Pedro y parte alta de la urbanización la Colina” Escuela Profesional de Ingeniería Civil., Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto. Tarapoto, Perú. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura., 2019. pág. 304, Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil.
10. **Rocha Felices, A.** “Hidráulica de tuberías y Canales. Universidad Nacional de San Martín”. Perú 2007
11. **Torres Sanchez, J. M.** “Diseño Hidráulico y modelamiento en HEC-RAS Del canal de concreto y de obras de arte del proyecto carpintero – Tramo KM 0+000 AL KM 5+000”. Perú 2017, Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil.
12. **Villón Béjar, M.** “Diseño de Estructuras Hidráulicas”. (2da ed). Lima. Perú: Editorial Villon. 2005
13. **Villón Béjar, M.;** “Hidrología” (2da ed), Lima – Perú: editorial Villon 2002

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

# ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuál será el diseño más óptimo de las alcantarillas para evitar las perdidas por infiltración y consumo desmedido del Sistema de riego Michuco?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) ¿Cuál es el caudal que se requiere para los usuarios finales del sistema de riego ubicados en las localidades de Nueva Cajamarca y San Francisco?</p> <p>b) ¿Cómo está constituido la Topografía del terreno sobre el cual se diseñará las alcantarillas del sistema de Riego Michuco?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Realizar el diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco, distritos Nueva Cajamarca y San Francisco, Provincia de Rioja- Región San Martín.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) Determinar el Caudal requerido para abastecer la demanda de la Comisión de Regantes El Independiente del sistema de Riego Michuco.</p> <p>b) Elaborar el estudio Topográfico en planta y perfil longitudinal para determinar las pendientes en las</p>	<p>Con el diseño Hidráulico y estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco, distritos Nueva Cajamarca y San Fernando, provincia de Rioja San Martín, y su posterior ejecución, se llegará a satisfacer las necesidades básicas de la localidad de agricultores, así como maximizar la producción con el óptimo aprovechamiento de agua de riego.</p>	<p><b>c. Variable Independiente</b></p> <p>Estudio Topográfico. Estudio de Mecánica de Suelos. Estudio de Hidrología e Hidráulica</p> <p><b>d. Variable Dependiente</b></p> <p>Diseño Hidráulico y estudio económico de alcantarillas.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p><b>TIPO:</b> La investigación a realizar es de tipo Investigación Aplicativa.</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>La investigación pertenece a un diseño no experimental de tipo cuantitativo. La presente investigación se realizará en Gabinete y en el campo. El diseño de investigación es el siguiente:</p> <pre> graph TD     X[X] --&gt; A[A]     X --&gt; B[B]     X --&gt; C[C]     A --&gt; D[D]     B --&gt; D     C --&gt; D     D --&gt; Y[Y]     </pre> <p><b>X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.</b> <b>A: Estudio Topográfico.</b></p>

Perú: 200 años de Independencia”

<p>c) ¿Cuál será el material más óptimo a utilizar para evitar infiltraciones en las alcantarillas del sistema de Riego Michuco?</p>	<p>que se encuentran las alcantarillas del sistema de Riego Michuco.</p> <p>c) Determinar el material de revestimiento que se utilizara para diseñar las secciones típicas de las alcantarillas del sistema de Riego Michuco.</p>			<p>B: Estudio de Mecánica de Suelos. C: Estudio de Hidrología e Hidráulica, D: Diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas. <b>Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del diseño Hidráulico y Estructural de alcantarillas en el sistema de riego del canal principal Michuco</b></p>
--	---	--	--	---

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

## PANEL FOTOGRÁFICO



**Foto 1:** Se aprecia una sección inadecuada en el recorrido del canal Michuco, consecuencia de ello una distribución inadecuada del recurso hídrico.



**Foto 2:** Se aprecia una mayor cantidad del recurso hídrico como consecuencia de la erosión que éste ocasiona.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*



**Foto 3:** Condición actual en la que se encuentra la captación del sistema de riego del canal Principal Michuco.



**Foto 4:** Alcantarilla existente en la progresiva 4+400 del Sistema de Riego del Canal Principal Michuco.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*



**Foto 5:** Compuerta de regulación existente en la alcantarilla de progresiva 4+400.



**Foto 6:** Se aprecia a los Bachilleres inspeccionando las irregularidades en el actual sistema de riego del canal Michuco.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*



**Foto 7:** Río Yuracyacu; aportante del recurso hídrico al Sistema de Riego.



**Foto 8:** Caudal que fluye por el canal principal (ineficiencia en la distribución del recurso hídrico).



*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”*

# PLANOS

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS ALCANTARILLAS

Nº	KM	a	b	c	L	h	s	LTE	LTS	Cota "1"	Cota "2"	Cota "3"	Cota "4"	KM "1"	KM "2"
AL-01	2+385	1.10	1.25	0.70	9.50	1.35	3.0%	2.45	2.45	857.077	857.049	857.063	858.663	2+380.25	2+389.75
AL-02	2+400	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0%	2.45	2.45	857.045	857.024	857.034	858.634	2+396.50	2+403.50
AL-03	3+580	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0%	2.45	2.45	848.152	848.131	848.141	849.741	3+576.50	3+583.50
AL-04	4+000	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0%	2.45	2.45	845.581	845.560	845.570	847.170	4+000.50	4+007.50
AL-05	4+400	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	843.178	843.157	843.167	844.517	4+396.50	4+403.50
AL-06	4+455	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	843.013	842.992	843.002	844.352	4+451.50	4+458.50
AL-07	5+018	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	838.671	838.650	838.660	840.010	5+014.50	5+021.50
AL-08	5+220	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	836.961	836.940	836.950	838.300	5+216.50	5+223.50
AL-09	5+480	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	835.421	835.400	835.410	836.760	5+476.50	5+483.50
AL-10	5+587	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	835.004	834.983	834.993	836.343	5+583.50	5+590.50
AL-11	5+815	0.80	1.00	0.50	9.50	1.15	3.0%	1.80	1.80	834.189	834.168	834.178	835.528	5+810.25	5+817.75
AL-12	6+015	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	832.970	832.949	832.959	834.309	6+011.50	6+018.50
AL-13	6+115	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	832.070	832.049	832.059	833.409	6+111.50	6+118.50
AL-14	6+247	0.80	1.00	0.50	9.50	1.15	3.0%	1.95	1.95	831.523	831.502	831.512	832.862	6+242.25	6+249.75
AL-15	6+427	1.10	1.25	0.70	7.00	1.50	2.0%	2.60	2.60	829.808	829.787	829.797	831.147	6+423.50	6+430.50
AL-16	7+685	1.10	1.25	0.70	9.50	1.60	3.0%	2.70	2.70	825.900	825.879	825.889	827.239	7+680.25	7+687.75
AL-17	9+815	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	820.620	820.599	820.609	821.959	9+811.50	9+818.50
AL-18	9+822	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	820.391	820.370	820.380	821.730	9+817.50	9+824.50
AL-19	10+390	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	818.780	818.759	818.769	820.119	10+386.50	10+393.50
AL-20	10+497	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	1.5%	1.95	1.95	818.714	818.704	818.709	820.059	10+493.50	10+500.50
AL-21	11+018	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	1.5%	1.95	1.95	817.837	817.827	817.832	819.182	11+014.50	11+021.50
AL-22	11+145	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	817.210	817.189	817.199	818.549	11+141.50	11+148.50
AL-23	11+335	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	816.305	816.284	816.294	817.644	11+331.50	11+338.50

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE CAIDAS INCLINADAS - EN CANAL TRAPEZOIDAL

Nº	KM	Q	B	LTE	LTS	LP	TJ	LC	HC	HP	a	b	Km1	Cota "1"	Km2	Cota "2"	Km3	Cota "3"	Km4	Cota "4"	Long. (m)
1	3+150	2.84	1.90	2.95	2.95	5.90	2.05	3.65	1.40	0.40	0.70	1.25	3+150	862.342	3+152.00	862.342	3+155.65	860.942	3+151.55	861.342	11.55
2	4+880	1.30	1.20	2.95	2.95	5.10	1.70	3.25	1.38	0.45	0.50	1.00	4+880	840.945	4+881.70	840.945	4+884.95	838.565	4+870.05	840.015	10.05

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE CAIDAS INCLINADAS - EN CANAL RECTANGULAR

Nº	KM	Q	B	LP	TJ	LC	HC	HP	b	Km1	Cota "1"	Km2	Cota "2"	Km3	Cota "3"	Km4	Cota "4"	Long. (m)
1	1+980	2.84	1.60	9.30	2.30	4.10	1.75	0.60	1.25	1+980	863.240	1+982.30	863.240	1+989.40	861.400	1+995.70	862.090	15.70

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE CAIDAS VERTICAL - EN CANAL TRAPEZOIDAL

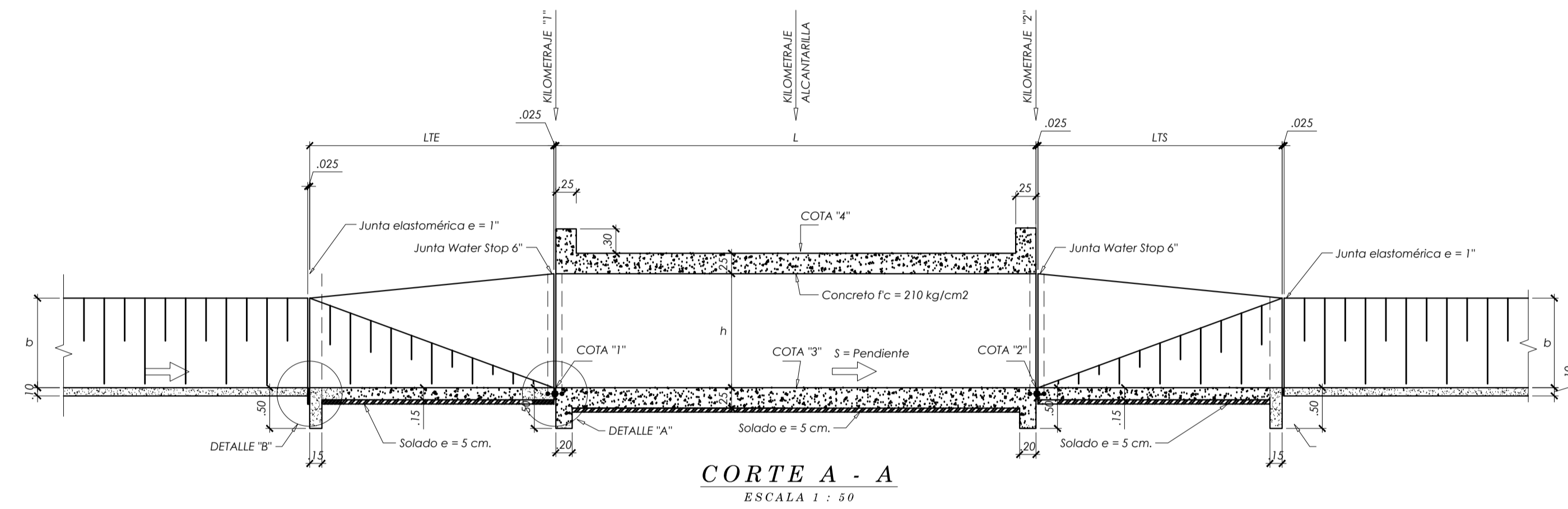
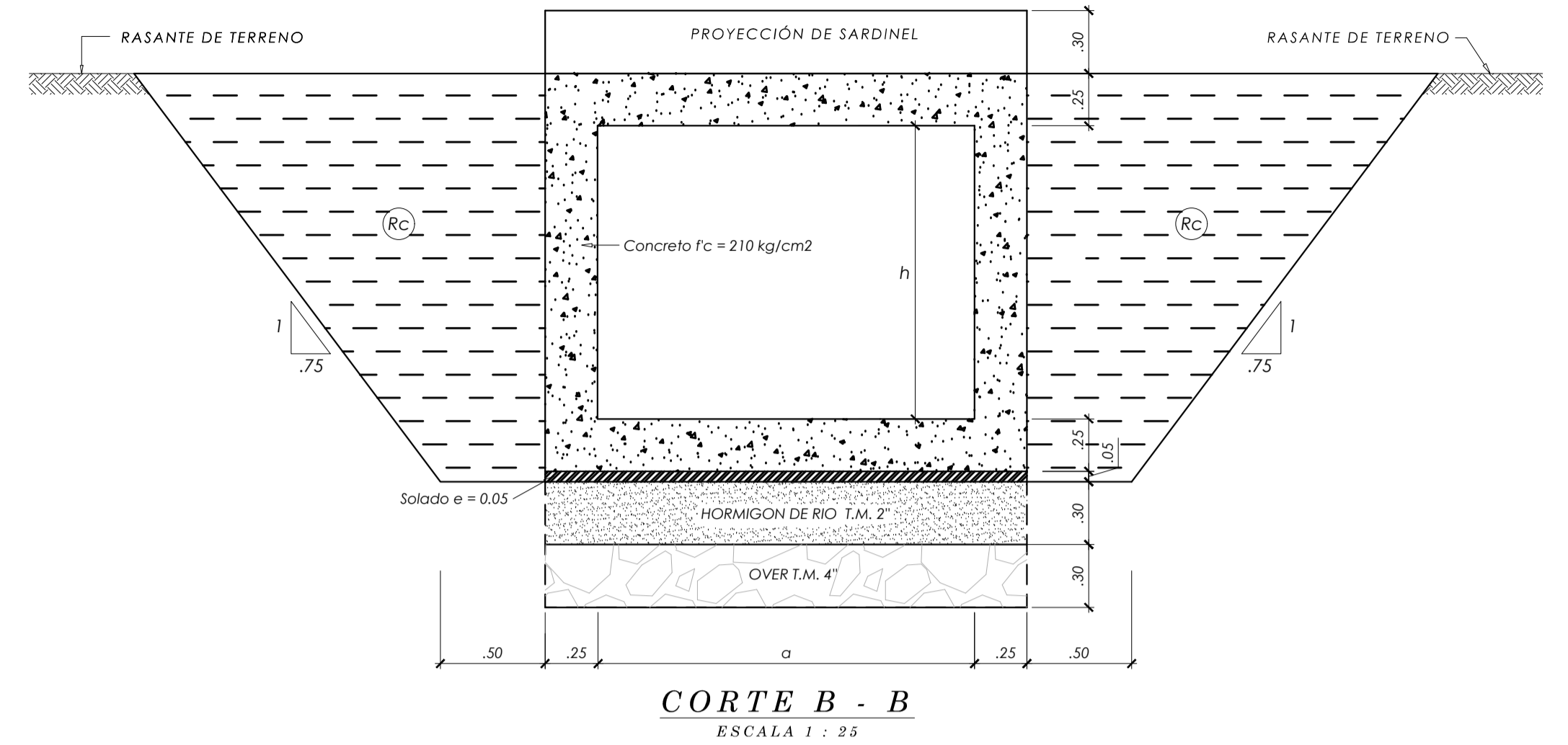
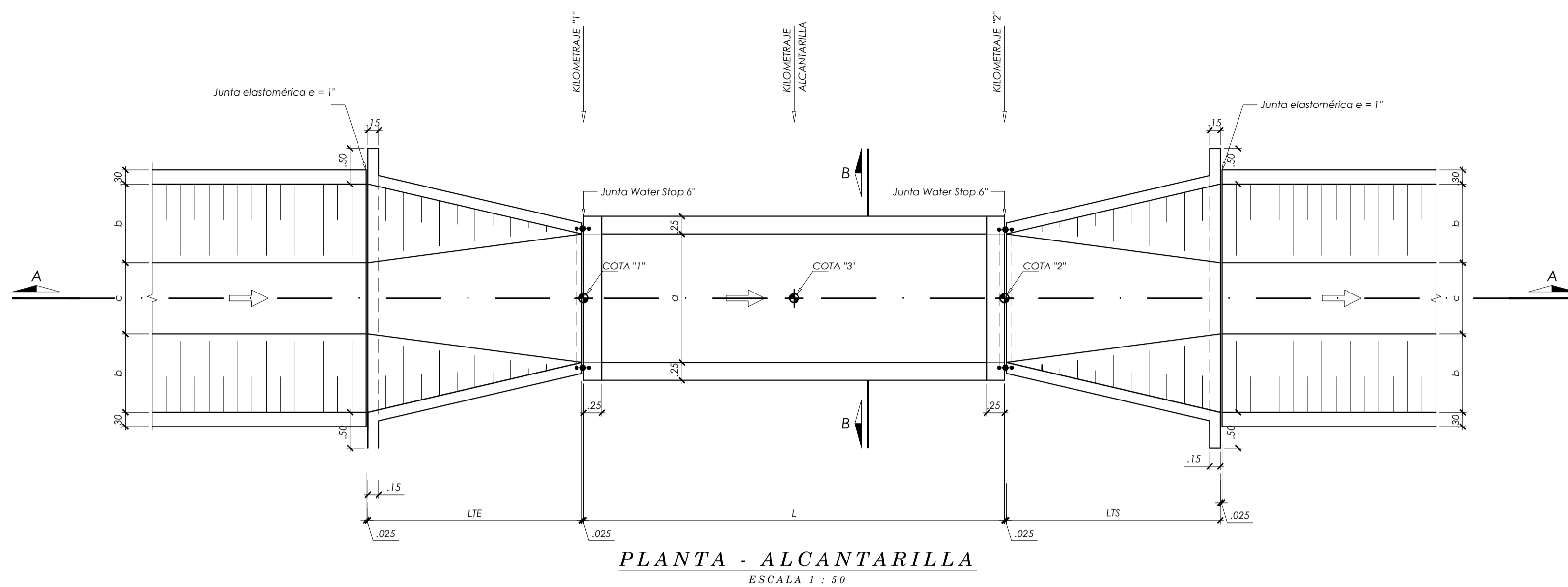
Nº	KM	Q	B	LTE	LTS	LP	TJ	HC	HP	a	b	Km1	Cota "1"	Km2	Cota "2"	Km3	Cota "3"	Km4	Cota "4"	Long. (m)
1	0+130	2.84	1.90	3.65	3.65	5.85	2.85	0.65	0.65	0.70	1.45	0+130	869.90	0+132.05	869.90	869.20	0+137.80	869.33	7.90	
2	1+290	2.84	1.90	3.00	3.00	5.85	2.85	0.65	0.65	0.70	1.25	1+290	861.40	1+292.05	861.40	860.81	1+297.90	860.88	7.90	
3	1+480	2.84	1.80	3.15	3.15	4.70	2.10	0.30	0.00	0.70	1.25	1+480	860.29	1+482.10	860.29	859.99	1+486.80	859.99	6.80	
4	1+710	2.84	1.80	3.60	3.60	5.00	2.10	0.35	0.00	0.70	1.35	1+710	859.30	1+712.10	859.30	858.95	1+717.10	858.95	7.10	
5	2+540	2.84	1.80	3.15	3.15	5.65	2.10	0.55	0.55	0.70	1.25	2+540	859.31	2+542.10	859.31	858.76	2+547.75	858.81	7.75	
6	3+480	2.84	1.70	3.40	3.40	4.10	2.20	0.20	0.60	0.70	1.25	3+480	848.14	3+482.20	848.14	848.94	3+486.30	848.94	8.30	
7	3+610	2.84	2.10	2.50	2.50	5.70	1.90	0.65	0.00	0.70	1.25	3+610	848.38	3+611.90	848.38	847.73	3+617.00	847.73	7.60	
8	4+220	1.30	1.70	1.80	1.80	4.60	1.35	0.70	0.00	0.50	1.00	4+220	844.53	4+221.35	844.53	843.83	4+225.95	843.83	5.95	
9	4+540	1.30	1.60	2.00	2.00	4.55	1.40	0.60	0.00	0.50	1.00	4+540	842.87	4+541.40	842.87	842.27	4+545.95	842.27	5.95	
10	4+640	1.30	1.30	2.70	2.70	4.25	1.65	0.40	0.55	0.50	1.00	4+640	841.97	4+641.65	841.97	841.57	4+645.90	841.57	5.90	
11	4+990	1.30	1.70	1.80	1.80	4.70	1.35	0.75	0.00	0.50	1.00	4+990	839.92	4+991.35	839.92	839.87	4+996.05	839.87	6.05	
12	6+260	2.50	1.90	2.50	2.50	5.00	1.95	0.40	0.00	0.70	1.15	6+260	831.75	6+261.95	831.75	831.35	6+266.95	831.35	6.95	
13	6+270	2.50	2.10	2.50	2.50	5.90	1.85	0.80	0.00	0.70	1.25	6+270	831.29	6+271.85	831.29	830.49	6+277.75	830.49	7.75	

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE CAIDAS VERTICAL - EN CANAL RECTANGULAR

Nº	KM	Q	B	LTE	LTS	LP	TJ	HC	HP	a	b	Km1	Cota 1	Km2	Cota 2	Cota 3	Km4	Cota 4	Long. (m)
1	0+400	2.84	2.80	2.70	2.70	4.85	1.55	0.60	0.00	1.60	1.25	0+400	868.58	0+401.55	868.58	867.98	0+406.40	867.98	6.40
2	0+550	2.84	2.80	2.25	2.25	4.75	1.85	0.60	0.00	1.60	1.25	0+550	866.81	0+551.65	866.81	866.31	0+556.40	866.31	6.40
3	0+780	2.84	3.00	3.15	3.15	4.85	1.85	0.60	0.00	1.60	1.25	0+780	865.24	0+781.50	865.24	864.59	0+786.35	864.59	6.35
4	1+020	2.84	2.20	1.35	1.35	4.95	1.65	0.35	0.00	1.60	1.25	1+020	863.88	1+021.95	863.88	863.51	1+028.40	863.51	6.40

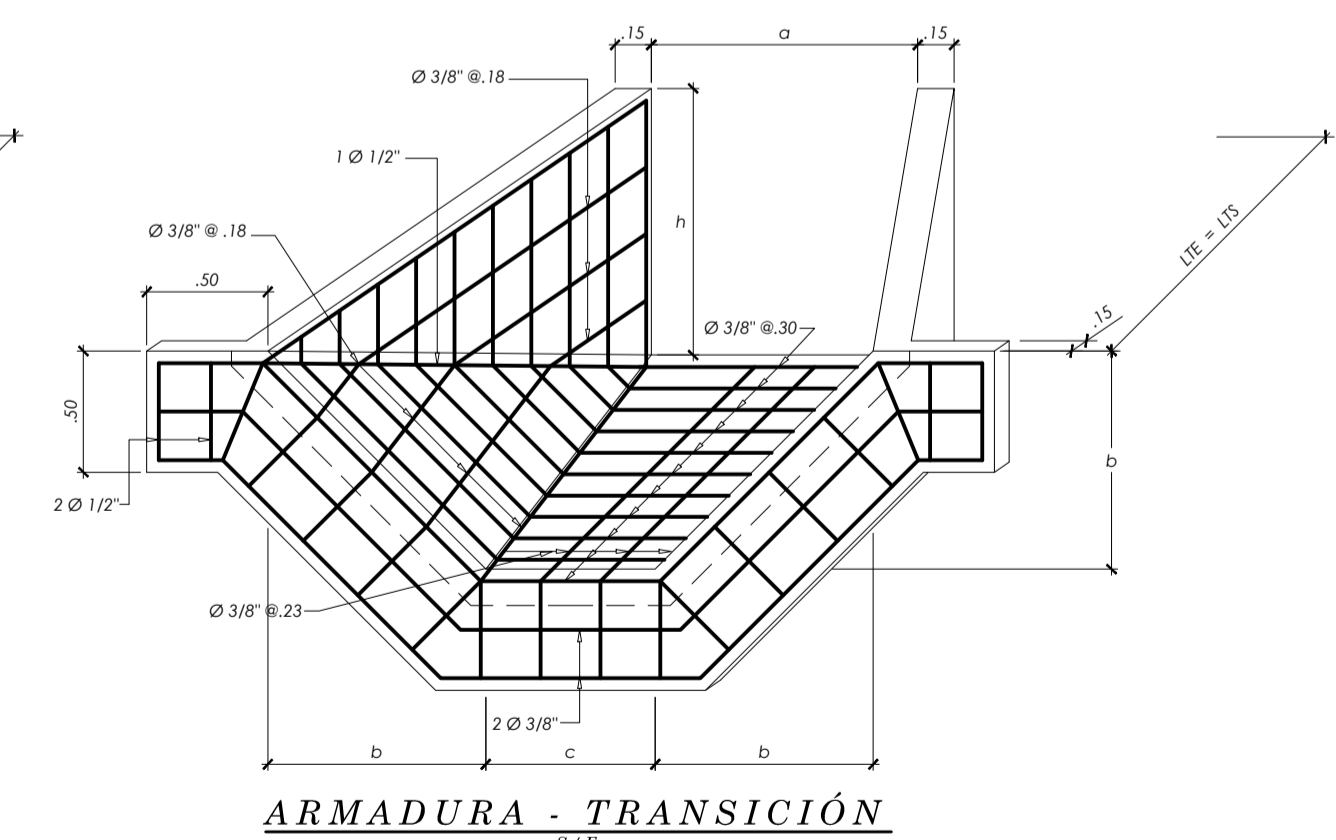
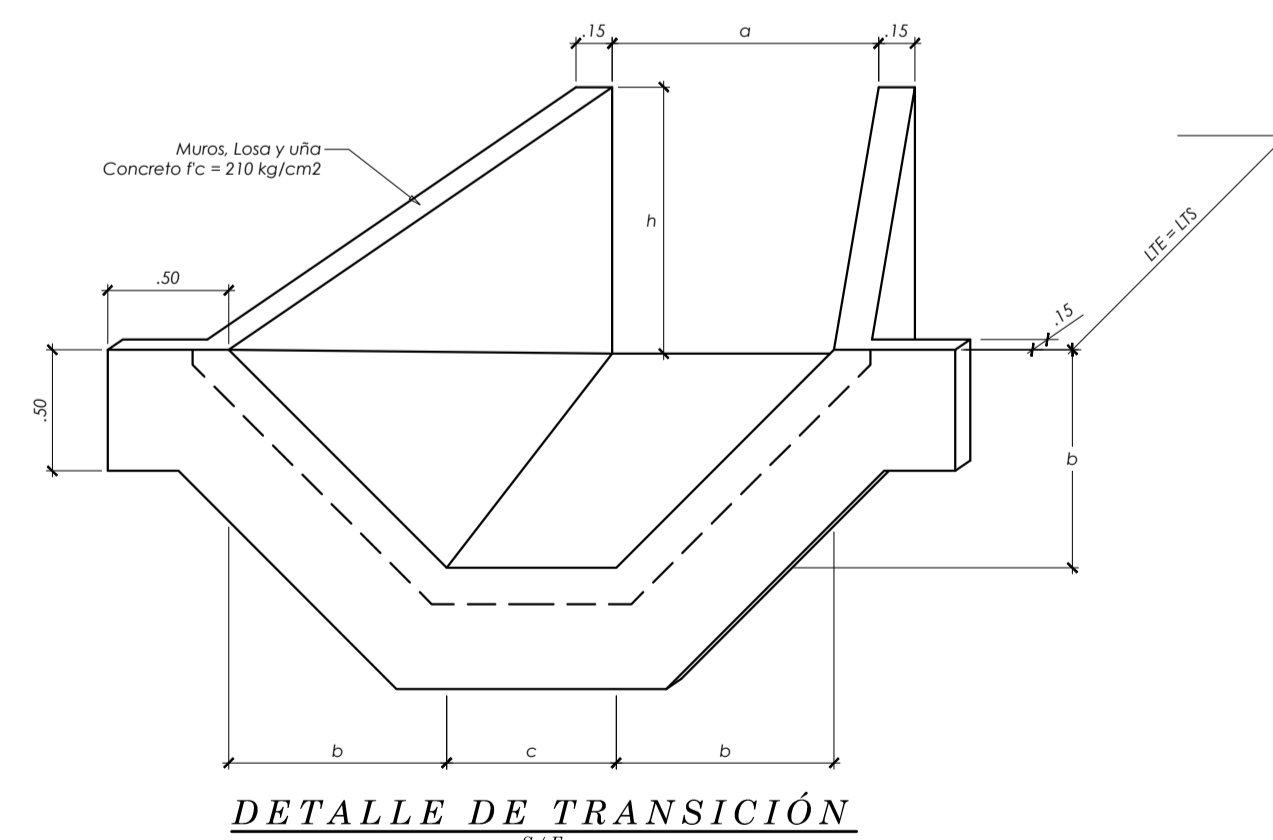
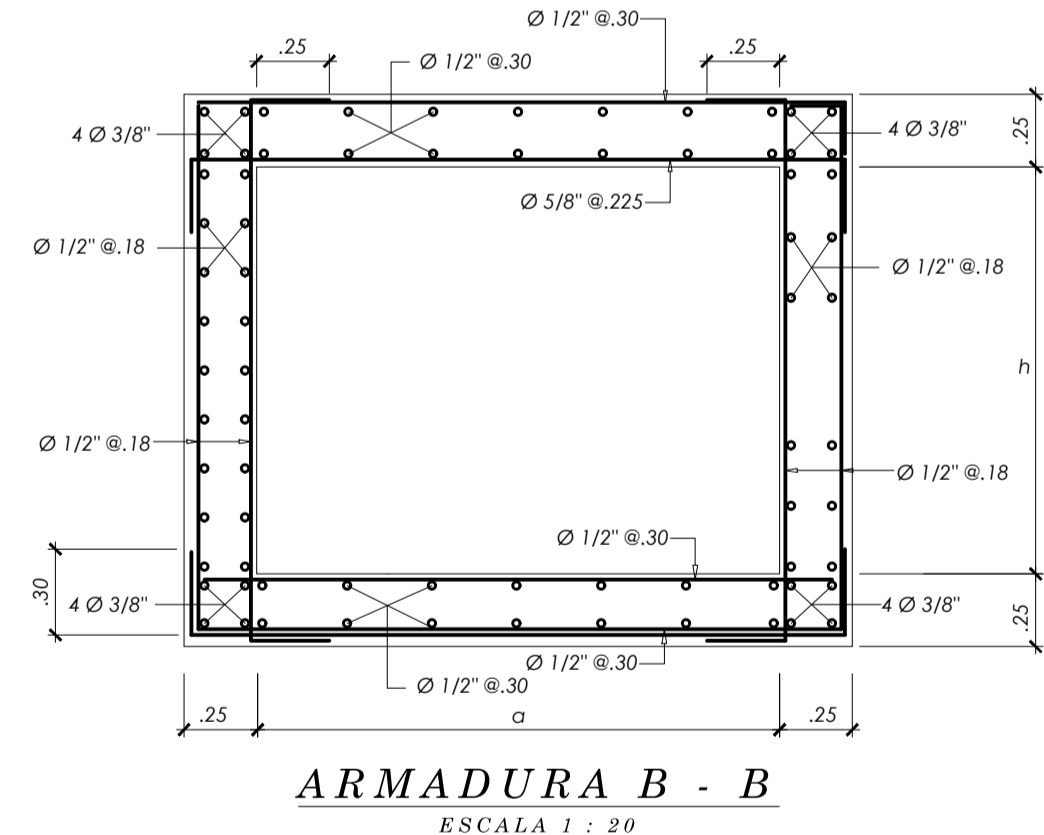
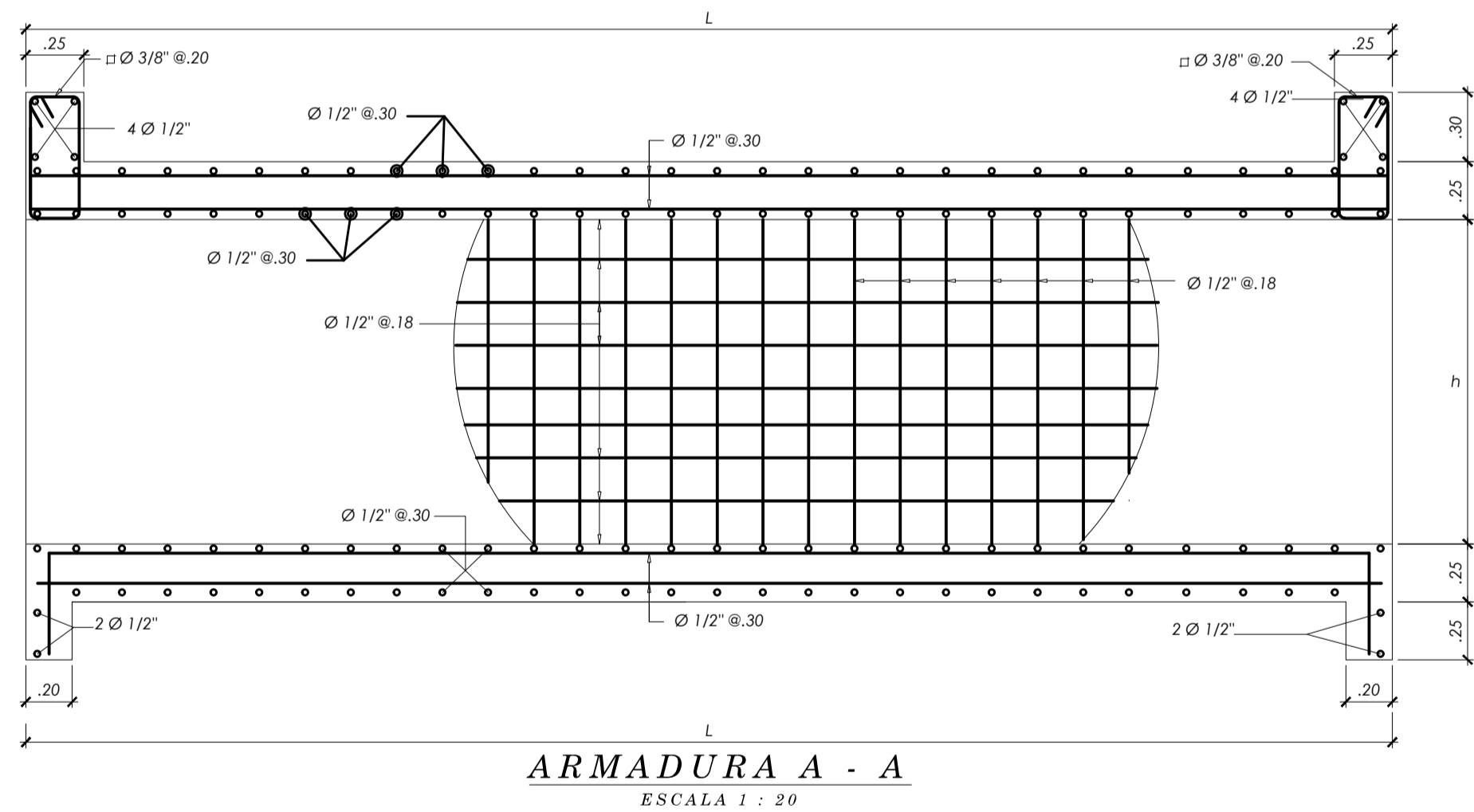
CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE TOMAS LATERALES

TOMAS LATERALES													CANAL PRINCIPAL MICHUCO			COMPUERTA METALICA				
Nº	KM	MARGEN	CAUDAL m³/s	ALTURA m	ANCHO m	COTA "1"	COTA "2"	COTA "3"	COTA "4"	COTA "5"	COTA "6"	COTA "7"	CAUDAL m³/s	ALTURA m	ANCHO m	PENDIENTE %	A	h	H	TIPO
1	2+100	M.D.	0.20	1.35	0.70	858.079	858.079	858.069	859.429	859.179	858.682	2.64	1.30	0.70	0.0025	0.50	1.35	2.90	HPB-24	
2	2+400	M.I.	0.20	1.25	0.70	853.946	853.946	853.935	855.194	855.346	853.526	2.64	1.25	0.70	0.0030	0.50	1.25	2.95	HPB-24	
3	3+440	M.I.	0.20	1.25	0.70	849.270	849.270	849.259	850.520	850.670	848.253	2.64	1.25	0.70	0.0030	0.50	1.25	2.95	HPB-24	
4	3+490	M.I.	0.20	1.25	0.70	848.944	848.944	848.933	850.194	850.344	848.927	2.64	1.25	0.70	0.0030	0.50	1.25	2.95	HPB-24	
5	3+570	M.I.	0.20	1.25	0.70	848.470	848.470	848.459	849.720	849.870	848.453	2.64	1.25	0.70	0.0030	0.50	1.25	2.95	HPB-24	
6	4+090	M.I.	0.20	1.25	0.70	845.584	845.584	845.573	846.834	846.984	845.567	2.64	1.25	0.70	0.0030	0.50	1.25	2.95	HPB-24	
7	4+193	M.I.	0.20	1.00	0.50	844.622	844.622	844.612	845.822	845.772	844.606	1.30	1.00	0.50	0.0030	0.50	1.00	2.95	HPB-24	
8	4+450	M.I.	0.20	1.00	0.50	843.143	843.143	843.133	844.143	844.253	843.127	1.30	1.00	0.50	0.0030	0.50	1.00	2.95	HPB-24	
9	4+810	M.I.	0.20	1.00	0.50	841.093	841.093	841.083	842.093	842.143	841.077	1.30	1.00	0.50	0.0030	0.50	1.00	2.95	HPB-24	
10	4+910	M.I.	0.20	1.00	0.50	839.860	839.860	839.850	840.860	841.010	839.844	1.30	1.00	0.50	0.0030	0.50	1.00	2.95	HPB-24	
11	5+080	M.I.	0.20	1.00	0.50	835.140	835.140	835.130	836.140	836.290	835.124	1.30	1.00	0.50	0.0030	0.50	1.00	2.95	HPB-24	
12	5+470	M.I.	0.20	1.00	0.50	834.870	834.870	834.860	835.870	836.020	834.854	1.30	1.00	0.50	0.0030	0.50	1.00	2.95	HPB-24	
13	5+810	M.I.	0.20	1.00	0.50	834.450	834.450	834.440	835.450	835.600	834.434	1.30	1.00	0.50	0.0030	0.50	1.00	2.95	HPB-24	
14	6+270	M.I.	0.20	1.15	0.70	831.267	831.267	831.257	832.267	832.517	831.25									

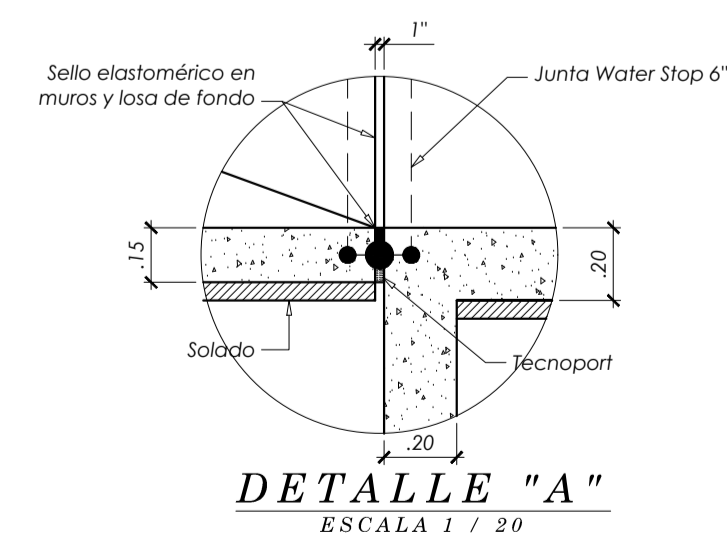
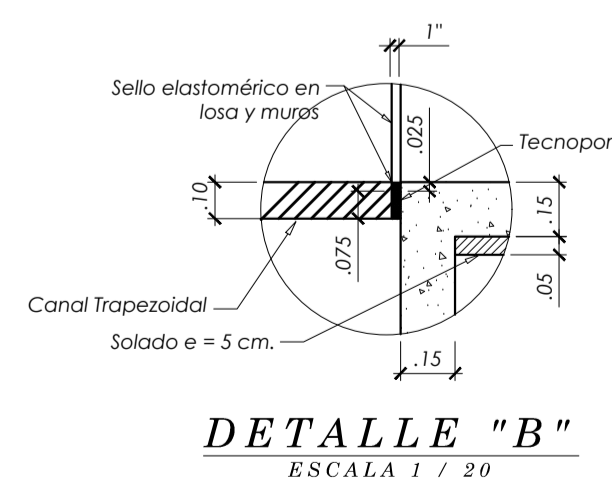


CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LAS ALCANTARILLAS

Nº	KM	a	b	c	L	h	s	LTE	LTS	Cota "1"	Cota "2"	Cota "3"	Cota "4"	KM "1"	KM "2"
AL-01	2+385	1.10	1.25	0.70	9.50	1.35	3.0%	2.45	2.45	857.077	857.049	857.063	858.663	2+380.25	2+389.75
AL-02	2+400	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0%	2.45	2.45	857.045	857.024	857.034	858.634	2+396.50	2+403.50
AL-03	3+580	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0%	2.45	2.45	848.152	848.131	848.141	849.741	3+576.50	3+583.50
AL-04	4+000	1.10	1.25	0.70	7.00	1.35	3.0%	2.45	2.45	845.561	845.540	845.550	847.150	4+996.50	4+003.50
AL-05	4+400	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	843.178	843.157	843.167	844.517	4+396.50	4+403.50
AL-06	4+455	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	843.013	842.992	843.002	844.352	4+451.50	4+458.50
AL-07	5+018	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	838.671	838.650	838.660	840.010	5+014.50	5+021.50
AL-08	5+220	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	836.961	836.940	836.950	838.300	5+216.50	5+223.50
AL-09	5+480	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	835.421	835.400	835.410	836.760	5+476.50	5+483.50
AL-10	5+587	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	835.004	834.983	834.993	836.343	5+583.50	5+590.50
AL-11	5+815	0.80	1.00	0.50	9.50	1.15	3.0%	1.80	1.80	834.169	834.148	834.158	835.555	5+810.25	5+817.25
AL-12	6+015	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	832.970	832.949	832.959	834.309	6+011.50	6+018.50
AL-13	6+115	0.80	1.00	0.50	7.00	1.10	3.0%	1.80	1.80	832.070	832.049	832.059	833.409	6+111.50	6+118.50
AL-14	6+247	0.80	1.00	0.50	9.50	1.15	3.0%	1.95	1.95	831.523	831.495	831.505	832.909	6+242.25	6+251.75
AL-15	6+427	1.10	1.25	0.70	7.00	1.50	2.0%	2.60	2.60	829.808	829.794	829.801	831.551	6+423.50	6+430.50
AL-16	7+685	1.10	1.25	0.70	9.50	1.60	3.0%	2.70	2.70	825.960	825.932	825.946	827.796	7+680.25	7+689.75
AL-17	9+815	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	820.620	820.599	820.609	822.059	9+811.50	9+818.50
AL-18	9+922	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	820.391	820.370	820.380	821.830	9+918.50	9+925.50
AL-19	10+390	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	818.780	818.759	818.769	820.219	10+386.50	10+393.50
AL-20	10+497	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	1.5%	1.95	1.95	818.714	818.704	818.709	820.159	10+493.50	10+500.50
AL-21	11+018	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	1.5%	1.95	1.95	817.937	817.927	817.932	819.382	11+014.50	11+021.50
AL-22	11+145	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	817.210	817.189	817.199	818.649	11+141.50	11+148.50
AL-23	11+335	0.95	1.10	0.60	7.00	1.20	3.0%	1.95	1.95	816.305	816.284	816.294	817.744	11+331.50	11+338.50



- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- CONCRETO:**
    - Para la estructura de la alcantarilla usar concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
    - Para solado concreto  $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$
  - ARMADURA:**
    - Usar acero grado 60,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
    - Longitud mínima de empalme 36  $\phi$ , no se harán en zonas de máxima flexión
    - Recubrimiento 4 cm.
  - MATERIALES:**
    - Uso de Cemento Portland Tipo I



NOTAS	"TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL"	"PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL"
SISTEMA COORD.: UTM ZONA: 17S DATUM HORIZONTAL: WGS-84/PSAD-56 BASE TOPOGRÁFICA: NOTA: OTROS	NOMBRE DEL PROYECTO: "DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLAS EN EL SISTEMA DE RIEGO DEL CANAL PRINCIPAL MICHUCO, DISTRITOS DE NUEVA CAJAMARCA Y SAN FERNANDO, PROVINCIA DE RIJA-REGIÓN SAN MARTIN".	TÍTULO DE PLANO: ALCANTARILLA TÍPICA CORTES Y DETALLES ESTUDIANTES: ROBERT PANDURO MOZOMBITE FELIPE GUILLERMO PAGAN MONTES CÓD. PLANO: AL-01

