



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

### **TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**“Diseño de línea de conducción con fines de abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal – Malval, distrito de Corrales”**

**AUTOR:**

**Bach. Víctor Manuel Sernaque Coronado**

**TUMBES – PERÚ**

**2023**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“Diseño de línea de conducción con fines de abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal – Malval, distrito de Corrales”**

**Tesis aprobada**

**Dr. Puño Lecarnaque Napoleón (Presidente)**

DNI: 00225904 Código ORCID: 0000-0002-5008-8085

**Dr. Niquen Inga Vicente Lorenzo (Secretario)**

DNI: 17529702 Código ORCID: 0000-0001-6404-7789

**Dr. Maceda Nicolini Enrique Antonio (Vocal)**

DNI: 27750975 Código ORCID: 0000-0002-2275-9937

**Tumbes, 2023**

## RESPONSABLES

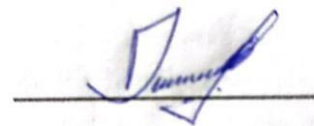
**Bach. SERNAQUE CORONADO, Victor Manuel**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Victor Manuel Sernaque Coronado", written over a horizontal line.

**EJECUTOR**

**ING. ATOCHE ORTIZ, Deciderio**

**Código OCRID: 0000-0002-3300-330X**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Deciderio Atoche Ortiz", written over a horizontal line.

**ASESOR**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO  
SECRETARIA ACADÉMICA**



**ANEXO VIII**

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**

En Tumbes, a los treinta y un día del mes de julio del dos mil veintitrés, siendo las trece horas cero minutos, en el Aula Virtual N°1, se reunieron el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, designado por Resolución N° 012-2023/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, Dr. Napoleón Puño Lecarnaque, (Presidente), Dr. Vicente Lorenzo Niquen Inga (Secretario), Dr. Enrique Antonio Maceda Nicolini (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al Ing. Deciderio Atoche Ortiz como asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: **"Diseño de línea de conducción con fines de abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal – Malval, distrito de Corrales"**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, presentado por el: **Estudiante/Br. Sernaque Coronado Víctor Manuel**. Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: estudiante /Br. Sernaque Coronado Víctor Manuel, **APROBADO** con calificativo **BUENO**.

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda **EXPEDITO** para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrícola, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las **QUATRO** horas y **CERO** minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, **31 De Julio 2023**

DR. NAPOLEÓN PUÑO LECARNAQUE DNI N° <b>00225904</b> CODIGO ORCID <b>0000000250088085</b> Presidente	DR. VICENTE LORENZO NIQUEN INGA DNI N° <b>17529702</b> CODIGO ORCID <b>0000000364047789</b> Secretario
 DR. ENRIQUE ANTONIO MACEDA NICOLINI DNI N° CODIGO ORCID <b>0000-0002-2275-9937</b> VOCAL	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)  
NPL/VLNI

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, gracias por su amor incondicional y su apoyo constante. Han sido mi roca en momentos de incertidumbre y mi motivación para superar cada obstáculo. Su aliento y confianza en mí han sido los pilares fundamentales que me han impulsado a llegar hasta aquí.

A mis amigos, quienes han estado a mi lado en cada paso del camino, gracias por su compañía y por brindarme momentos de alegría y distracción cuando más los necesitaba. Su amistad ha sido un bálsamo que ha aligerado el peso de las largas jornadas de estudio y ha llenado mi vida de risas y buenos recuerdos.

## **DEDICATORIA**

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta este punto en mi vida profesional y personal, donde con orgullo puedo decir que estoy logrando una de mis metas mas importantes que es adquirir mi título profesional, es especial a mis padres por apoyarme en este camino, dándome la motivación para poder seguir adelante en todo momento.

Agradecer a mi asesor de tesis, por brindarme su apoyo en el presente trabajo.

# DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN CON FINES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO ENTRE LOS SECTORES PECHICHAL - MALVAL, DISTRITO DE CORRALES

## INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

8%

2

[repositorio.untumbes.edu.pe](http://repositorio.untumbes.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

[repositorio.ana.gob.pe](http://repositorio.ana.gob.pe)

Fuente de Internet

2%

4

[idoc.pub](http://idoc.pub)

Fuente de Internet

1%

5

[www.dspace.uce.edu.ec](http://www.dspace.uce.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

6

[es.slideshare.net](http://es.slideshare.net)

Fuente de Internet

1%

7

[www.fao.org](http://www.fao.org)

Fuente de Internet

1%

8

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Fuente de Internet

1%

9	<a href="http://kupdf.net">kupdf.net</a> Fuente de Internet	1%
10	<a href="http://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
11	<a href="http://fdocuments.ec">fdocuments.ec</a> Fuente de Internet	1%
12	<a href="http://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
13	<a href="http://ofi.mef.gob.pe">ofi.mef.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
14	<a href="http://www.congreso.gob.pe">www.congreso.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%
15	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1%
16	<a href="http://tesis.ipn.mx">tesis.ipn.mx</a> Fuente de Internet	<1%
17	<a href="http://repositorio.untumbes.edu.pe:8080">repositorio.untumbes.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	<1%
18	#N/A. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto de Instalación de la Presa Shishan para el Servicio del Sistema de Riego de Copa y Poquian-IGA0019108", R.D.G. N° 082 -2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022 Publicación	<1%



19	<a href="http://pdfcookie.com">pdfcookie.com</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://repositoriodigital.uns.edu.ar">repositoriodigital.uns.edu.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://vbook.pub">vbook.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://moam.info">moam.info</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.unamba.edu.pe">repositorio.unamba.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://www.ifpri.org">www.ifpri.org</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



**Ing. Deciderio Atoche Ortiz**  
Asesor

# INDICE

RESUMEN .....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPITULO I.....	17
1. REVISIÓN LITERARIA (ESTADO DE ARTE) .....	17
1.1. Antecedentes .....	17
1.2. Conceptos teóricos.....	19
CAPITULO II.....	25
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
2.1. Materiales, equipos y programas.....	25
2.2. Ubicación de la zona de proyecto.....	25
2.3. Métodos y técnicas.....	26
CAPITULO III.....	28
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1. Resultados .....	28
3.1.1. Demanda y oferta del Sector Pechichal y Malval .....	28
3.1.2. Diseño hidráulico de la línea de conducción .....	36
3.1.3. Comparación económica .....	42
3.2. Discusión de resultados .....	44
CAPITULO IV.....	46
4. CONCLUSIONES .....	46
CAPITULO V .....	48
5. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
ANEXOS.....	50

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Canal en mal estado, del sector Pechichal - Malval .....	15
<b>Figura 2</b> Mapa de localización del proyecto.....	25
<b>Figura 3</b> Oferta y demanda de agua.....	35
<b>Figura 4</b> Resultados de conducción de tubería HDPE para caudal 60 litros .....	36
<b>Figura 5</b> Resultados de conducción de tubería HDPE para caudal 60 litros .....	37
<b>Figura 6</b> Resultados de conducción de tubería HDPE para caudal 36 litros .....	37
<b>Figura 7</b> Resultados de conducción de concreto para caudal 60 litros.....	38
<b>Figura 8</b> Resultados de conducción de concreto para caudal 36 litros.....	39
<b>Figura 9</b> Resultados de conducción de concreto para caudal 156 litros.....	39
<b>Figura 10</b> Resultados de conducción del tramo inicial.....	40
<b>Figura 11</b> Evolución del caudal en los diversos ductos .....	41

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Extensión de siembra del cultivo Arroz en los sectores Pechichal - Malval	28
<b>Tabla 2</b> Cálculo del Eto .....	29
<b>Tabla 3</b> Determinación del coeficiente Kc, ponderado .....	30
<b>Tabla 4</b> Precipitación efectiva .....	31
<b>Tabla 5</b> Eficiencia de riego.....	31
<b>Tabla 6</b> Cálculo de la demanda de agua.....	33
<b>Tabla 7</b> Volumen bruto máximo disponible .....	34
<b>Tabla 8</b> Oferta de máxima disponible.....	35
<b>Tabla 9</b> Caudales por tramos.....	40
<b>Tabla 10</b> Alternativas de conducción .....	41
<b>Tabla 11</b> Presupuesto de alternativa de concreto.....	42
<b>Tabla 12</b> Presupuesto de alternativa de tubería corrugado HDPE.....	43

## RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad diseñar línea de conducción para fines de abastecer el volumen de agua para riego en los sectores Pechichal – Malval. Partiendo desde el cálculo de la demanda de agua de los sectores Pechichal y Malval, la realización del diseño hidráulico de la línea de conducción y culminar el diseño de la sección de máxima eficiencia hidráulica. Teniendo como el enfoque de la investigación es cuantitativo, debido que, para contrastar la hipótesis, se usará herramientas de recolección y análisis de datos, expresados en cantidad. Y el alcance y/o nivel de investigación es descriptiva, por lo que, se diseñara la estructura que cumpla la función de línea de conducción, con fines de riego. Y se visualizará el comportamiento del diseño propuesto en el lugar de estudio, para poder describirse técnicamente en términos de hidráulica. Además, se considera de tipo no experimental, debido que no se manipularán directamente las variables, y se estudiará el comportamiento tal como se dé en la naturaleza, al incorporarse la estructura de conducción. Dando como resultado en su situación actual sin proyecto optimizada la demanda máxima de agua para riego de 72.40 hectáreas se presenta en el mes de octubre con una demanda 142 Litros/s y una masa total de agua en cabecera de canal de 2'605,079 m<sup>3</sup>. Concluyendo que para el caso de aguas debajo de la toma, de la conducción será mediante un ducto de concreto, la cual se encontrarán en las progresivas Km: 0+006.87 a Km +030. Y para el caso de Aguas abajo de la Primera Toma parcelaria, la conducción es mediante un ducto de tubería HDPE. Progresiva de la primera toma parcelaria: km 0+014.5, donde el caudal llega a descender hasta 144 litros por segundo.

Palabras Clave: Ducto de concreto, Ducto de tubería HDPE, Línea de conducción.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to design a conduction line to supply the volume of water for irrigation in the Pechichal - Malval sectors. Starting from the calculation of the water demand of the Pechichal and Malval sectors, the realization of the hydraulic design of the conduction line and culminating in the design of the section of maximum hydraulic efficiency. Taking into account that the research approach is quantitative, due to the fact that, in order to contrast the hypothesis, data collection and analysis tools will be used, expressed in quantity. And the scope and/or level of research is descriptive, therefore, the structure will be designed to fulfill the function of conduction line, for irrigation purposes. And the behavior of the proposed design will be visualized in the study site, in order to be able to describe it technically in terms of hydraulics. In addition, it is considered non-experimental, since the variables will not be directly manipulated, and the behavior will be studied as it occurs in nature, when the conduction structure is incorporated. As a result, in its current situation without an optimized project, the maximum water demand for irrigation of 72.40 hectares occurs in the month of October with a demand of 142 liters/s and a total mass of water at the canal head of 2'605,079 m<sup>3</sup>. Concluding that for the case of waters below the intake, the conduction will be by means of a concrete duct, which will be found in the progressive Km: 0+006.87 to Km +030. And for the case of downstream of the First Parcel Intake, the conduction is by means of a HDPE pipe duct. Progressive of the first land intake: km 0+014.5, where the flow goes down to 144 liters per second.

Key words: Concrete pipeline, HDPE pipe pipeline, Pipeline.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las líneas de conducción abiertas han sido el sistema más utilizado para la actividad agrícola (Ayala & López, 2015). Donde la pérdida de agua por filtración, es el principal problema que presentan esos tipos de estructura, por lo que produce una pérdida del 50% del agua a lo largo de su recorrido (Gonzales & Hinojosa, 2014). Considerando que la actividad agrícola representa el 70% del uso de agua dulce a nivel mundial, y con ello un 90% del agua dulce son consumidos por los países menos desarrollados, con un uso inadecuado y además con diseños de estructuras de riego ineficientes. Es por eso que la (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2015), recomienda a los países subdesarrollados a tomar medidas para mejorar las prácticas agrícolas y preservar el agua.

Según el ex director de la Autoridad Administrativa del Agua [AAA], Ronal Fernández (2012), el Perú ocupa el puesto 37 por el mal uso del agua a nivel internacional. Donde un porcentaje superior al 90% del agua dulce en el Perú. es consumida por la agricultura y ganadería, debido porque existe un uso ineficiente e inadecuado de prácticas de riego (Diario Correo, 2012). Sin considerar que el 40% de los canales abiertos se encuentran sin revestimiento, donde la gran parte trabaja por gravedad y estos generan una pérdida de 65% del agua de riego, haciendo que su eficiencia de transporte sea del solamente del 50% (Duran, 2017).

Es por eso que los proyectos de irrigación, deben presentarse con diferentes problemas que pueden darse en el diseño, ejecución y operación. Y ello se da tanto en las entidades públicas como privadas, llegando a incrementarse su costo (Villar & Oblitas, 2020). Además, que a lo largo del tiempo llega a deteriorarse, convirtiéndose en ineficientes o a lo que es peor, fuera de servicio. Esta misma problemática se da en los diversos sectores de la provincia de Tumbes, como lo es el sector de Pechichal y el sector de Malval.

El recurso Hídrico conducido por el canal principal de la margen Izquierda, es captada a través de una toma la misma que es derivada y conducida por un canal excavado en tierra de 750 ml de longitud la cual no se abastece para regar el área agrícola de los sectores Pechichal - Malval (140.92 ha), que por la naturaleza de su conformación pierde agua por filtración, evaporación y también por no tener la cota para abastecer áreas potenciales para el riego. El referido canal se encuentra en una situación precaria que no permite el normal abastecimiento de agua a las áreas del Sector Pechichal - Malval. En tal sentido, y ante la necesidad de garantizar el normal funcionamiento del referido canal, es necesario remodelar la conducción actual. Por ello la investigación, nos dará una propuesta de diseño con eficiencia hidráulica en riego para la zona de estudio. Donde este abastecimiento de agua para riego, se obtiene mediante la captación del canal principal margen izquierda del río Tumbes.

**Figura 1**  
*Canal en mal estado, del sector Pechichal - Malval*



*Nota.* Se muestra en la figura, el mal estado del canal que debe ser rediseñado para fines agrícola.

Donde su objetivo principal es la de realizar el diseño de la línea de conducción abierta para el abastecimiento de agua para riego en los sectores Pechichal – Malval, distrito de corrales, provincia Tumbes. Partiendo desde el cálculo de la demanda de agua de los sectores Pechichal y Malval, la realización del diseño hidráulico de la línea de conducción y culminar el diseño de la sección de máxima eficiencia hidráulica.

Justificándose académicamente, debido que se utilizará diversas metodologías enseñadas por el programa de estudio de Ingeniería Agrícola, con lo que ayudaría a estudiantes y/o Tesistas teniendo una guía de aplicación para problemáticas similares. Y lo importante de considerar diversos criterios de ingeniería hidráulica para el correcto diseño de este tipo de estructuras, tanto en la temática de hidráulica de canales abiertos. Además, que se justifica socioeconómica, debido que la implementación de esta línea de conducción, beneficiara a 140.92 hectáreas de parcelas agrícolas, generando empleo e incremento en la producción y productividad de cultivos. Y con los resultados obtenidos, los usuarios correspondientes podrán tomar este trabajo de investigación como referencia técnica para implementar medidas más idóneas.



## CAPITULO I

### 1. REVISIÓN LITERARIA (ESTADO DE ARTE)

#### 1.1. Antecedentes

El proyecto llamado “Determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “El Pueblo” del Sistema de Riego Tumbaco”, elaborado por el tesista (Pupiales, 2019). Desarrolló como objetivo principal, la determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “El Pueblo” del Sistema de Riego Tumbaco. Concluyendo que las pérdidas de caudales se producen principalmente por la infiltración a través de la superficie del suelo, que ocurre en mayor grado en canales de tierra de tipo arenoso y en menor grado en canales de tipo arcilloso.

El proyecto llamado “Impacto generado por el canal de riego Peribuela para una agricultura sostenible”, elaborado por el tesista (Aragón, 2018).

Desarrolló como objetivo principal, la evaluación de los criterios de sustentabilidad los impactos generados por la inversión en el canal de riego Peribuela para una agricultura sostenible. Concluyendo que cualquier proyecto de inversión para desarrollo rural para fines de riego, tiene un impacto socioeconómico positivo.

El proyecto llamado “Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad – canal Huayao, Chupaco, Junín 2021”, elaborado el tesista (Capcha , 2021). Desarrolló como objetivo principal, la determinación de la eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad. Concluyendo que la sección rectangular tiene valores superiores al 90% en temas de eficiencia hidráulica. Además, que la sección trapezoidal genera mayores tirantes y velocidades. Finalmente, dicha investigación nos ayudará a tomar criterios para la geometría de la sección del canal, basándonos en diferentes normativas que nos propone las instituciones nacionales como las internacionales, con el fin para que las estructuras diseñadas puedan cumplir una efectividad en toda su vida útil; y no pueda llegar a deteriorarse en el transcurso del tiempo.

El proyecto llamado “Evaluación situacional de la infraestructura hidráulica del canal principal de la Irrigación Cumbaza, km 00+00 –km 07+620 y propuesta de diseño para mejoramiento y/o reconstrucción, distrito de Morales, provincia de San Martín”, elaborado por los Tesistas (Fernandez & Aurich, 2021). Desarrolló como objetivo principal, la evaluación de una infraestructura hidráulica del canal principal, con fines de irrigación para el sector agrícola. Dando consigo una propuesta para su diseño para que se pueda hacer el mejoramiento y reconstrucción de la estructura que se encuentra en mal estado.

El proyecto llamado “Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software HEC-RAS, del tramo km 0+000 al km 3+085, en el distrito de Salas, región Lambayeque” elaborado por la Tesista (Villar & Oblitas, 2020). Desarrolló como objetivo principal, la determinación de la influencia de la aplicación del software HEC-RAS en el diseño del canal de riego con máxima eficiencia. Concluyendo que un software para reproducir el movimiento del flujo es ideal para visualizar su comportamiento y analizar su eficiencia.

El proyecto llamado “Determinación de la eficiencia de conducción de canales de riego – Caso Puerto El Cura – Margen derecha del río Tumbes - 2020” elaborado por el Tesista (Polo, 2021). Desarrolló como objetivo principal, la adquisición de conocimiento de una eficiencia en conducción hidráulica para un canal de riego, ubicado en el Puerto El Cura. Concluyendo que el canal revestido tiene una eficiencia de conducción en promedio del 80% y mínimas pérdidas por infiltración.

El proyecto llamado “Análisis del comportamiento hidráulico en la línea de conducción aplicando tubería HDPE y PRFV, del sistema de riego en Tapay – Arequipa 2020” elaborado por el Tesista (Calzada, 2021). Desarrolló como objetivo principal, el de analizar el comportamiento en términos de hidráulica de una línea de conducción bajo diferentes tipos de tubería. Concluyendo que el tipo de material de tubería, influye directamente en el comportamiento hidráulico de la línea de conducción.

El proyecto llamado “Diseño para el mejoramiento del canal de riego en Pariamarca, distrito Urpay, provincia de Patate región la Libertad”, elaborado por los Tesistas (Araujo & Paulino, 2020) .Desarrolló como objetivo principal, el diseño de un canal que pueda reemplazar a la infraestructura existente. Concluyendo que es necesario tomar criterios de normativas internacionales, debido que su dimensionamiento, han sido elaborados anticipadamente por experimentación.

El proyecto llamado “La eficiencia de conducción en el canal troncal de tramo no revestido en la progresiva 5+400 – 5+900, tramo revestido en la progresiva 17+006 – 17+506 – caso comisión de usuarios del margen izquierdo del río Tumbes” elaborado por el Tesista (Jimenez, 2017). Desarrolló como objetivo principal, la determinación de la eficacia de la conducción de canales revestidos y no revestidos. Concluyendo que el canal revestido tiene una eficiencia de conducción en promedio del 98% y menores pérdidas del flujo de agua por infiltración y evaporación. Dando consigo una pérdida inferior al 20%.

## **1.2. Conceptos teóricos**

### **a) Hidráulica agrícola.**

Se relaciona con la agricultura con técnicas de producción del suelo, que se encuentra ligado a las necesidades básicas de las comunidades, como la alimentación. Es por ello que todo tipo de estructura hidráulica, llega a estar relacionada con esta especialidad (Hentze, 1951).

### **b) Canal de riego**

Se conceptualiza como aquella estructura que tiene la finalidad de poder conducir cierta cantidad de volumen de agua, desde una captación superficial y/o subterránea, hasta las parcelas agrícolas. La cual se encuentran vinculados en ciertas características de la topografía, teniendo una pendiente que desciende suavemente, para que pueda fluir el flujo líquido por gravedad.

### c) Elementos de un canal de riego

Los elementos de una sección transversal de un canal de riego, se encuentra definida por la geometría de la misma sección.

#### - Tirante

Distancia vertical desde la cara del fondo de la sección, hacia el nivel del agua.

#### - Espejo de agua

Es el ancho de la lámina de agua que contiene el canal, este puede variar según la geometría.

#### - Área mojada

Es el área de la sección transversal del canal a diseñar, este puede variar según la geometría.

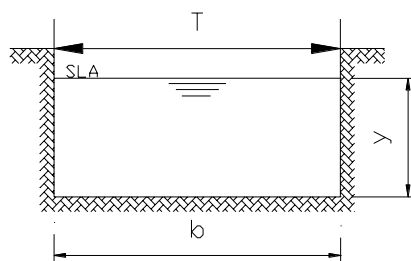
#### - Perímetro mojado

Es la longitud de metros lineal de toda la sección que se encuentra interaccionando con el agua.

#### - Radio hidráulico

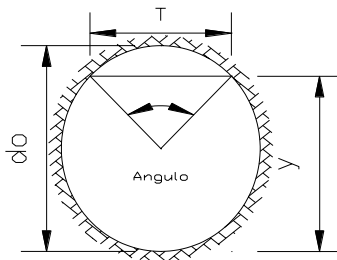
Es la relación del área mojada con el perímetro mojado.

Para el caso de la sección rectangular se tiene lo siguiente.



ÁREA HIDRÁULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	ANCHO DE LA SUPERFICIE	PROFUNDIDAD HIDRÁULICA	FACTOR DE SECCIÓN
$b \cdot y$	$b \cdot 2y$	$b \cdot y / b \cdot 2y$	$b$	$y$	$b \cdot y^{1.5}$

Para el caso de la sección circular se tiene lo siguiente.



ÁREA HIDRÁULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	ANCHO DE LA SUPERFICIE	PROFUNDIDAD HIDRÁULICA	FACTOR DE SECCIÓN
$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta)do^2$	$\frac{1}{2}\theta do$	$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right)do$	$2\sqrt{1+z^2}$	$\frac{1}{8}\left(\frac{\theta - \text{sen}\theta}{\text{sen}\frac{1}{2}\theta}\right)$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - \text{sen}\theta)^{1.5}}{32\left(\text{sen}\frac{1}{2}\theta\right)^{0.5}}do$

#### d) Tipos de flujos

##### - Con respecto al tiempo

El flujo continuo o constante se refiere a cuando el flujo en un ducto mantiene una profundidad constante o se supone constante durante un período de tiempo determinado. En la mayoría de los casos relacionados con canales abiertos, es importante estudiar el flujo bajo condiciones constantes. Sin embargo, si hay cambios significativos en las condiciones del flujo a lo largo del tiempo, se debe considerar que el flujo no es constante. Esto implica que

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial Q}{\partial t} = 0$$

El flujo o escurrimiento no permanente se refiere a situaciones en las que la forma del flujo cambia de manera instantánea debido a fenómenos como las avenidas. En estos casos, es necesario considerar los cambios dinámicos en el flujo a medida que las olas pasan, lo que implica que la variable tiempo juega un papel crucial en el análisis y diseño.

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial Q}{\partial t} \neq 0$$

- **Con respecto a la distancia entre dos puntos del flujo.**

Permanente y uniforme. La variación del tirante con respecto a la distancia “x” es constante.

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \text{Constante}$$

Permanente y no uniforme. La variación del tirante con respecto a la distancia “x” no es constante.

$$\frac{\partial h}{\partial x} \neq \text{Constante}$$

- **Con respecto a la velocidad (Flujo no uniforme).**

Gradualmente variado o acelerado (Remanso)

Bruscamente variado (Salto hidráulico)

- **Con respecto a la gravedad (Froude)**

Régimen Supercrítico  $F_R > 1$

Régimen Crítico  $F_R = 1$

Régimen Subcrítico  $F_R < 1$

$$FR = \frac{v}{\sqrt{g dm}} \neq \text{Constante}$$

### e) Tubería Corrugada HDPE

El HDPE es un material termoplástico de alta resistencia, flexibilidad y durabilidad, lo que lo hace una opción atractiva para sistemas de conducción. Al diseñar líneas de conducción con tuberías corrugadas de HDPE, se deben tener en cuenta varios factores para garantizar la eficiencia y la seguridad del sistema. Algunos aspectos importantes son el caudal, la presión, la pendiente y el diámetro de la tubería. Donde se deben considerar las diversas ecuaciones para su consideración en el diseño.

Ecuación de Darcy-Weisbach para calcular la pérdida de carga debido a la fricción:

$$H_f = (f * (L / D) * (V^2)) / (2 * g)$$

Donde:

$H_f$  = Pérdida de carga (m)

$f$  = Factor de fricción de Darcy-Weisbach (adimensional)

$L$  = Longitud de la tubería (m)

$D$  = Diámetro de la tubería (m)

$V$  = Velocidad del flujo (m/s)

$g$  = Aceleración de la gravedad (aproximadamente 9.81 m/s<sup>2</sup>)

Ecuación de Manning para calcular la velocidad del flujo ( $V$ ) en función del caudal ( $Q$ ) y el área transversal ( $A$ ) de la tubería corrugada:

$$V = (1 / n) * (A / P)^{0.6667} * R^{(2/3)}$$

Donde:

$n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

$A$  = Área transversal de la tubería (m<sup>2</sup>)

$P$  = Perímetro mojado de la tubería (m)

$R$  = Radio hidráulico (m), que se calcula como  $A / P$

Ecuación de continuidad para asegurar que el caudal sea constante a lo largo del sistema:

$$Q = A * V$$

Donde:

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

A = Área transversal de la tubería (m<sup>2</sup>)

V = Velocidad del flujo (m/s)

Estas ecuaciones son fundamentales para el diseño y la selección de la tubería corrugada de HDPE adecuada para una línea de conducción específica. Es importante tener en cuenta que existen factores adicionales, como la rugosidad de la tubería, la resistencia a la corrosión y la profundidad de enterramiento, que también deben considerarse al diseñar una línea de conducción completa y segura.

Además, se debe implementar un mecanismo de limpieza automática, debido que son esenciales en las conducciones cerradas, como las tuberías corrugadas de HDPE, para garantizar el flujo continuo, reducir obstrucciones y mantener la eficiencia del sistema. Estas medidas de limpieza automatizadas aseguran que la tubería funcione de manera óptima durante toda su vida útil y minimizan los riesgos asociados con obstrucciones, lo que resulta en un sistema más fiable y sostenible.



## CAPITULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Materiales, equipos y programas

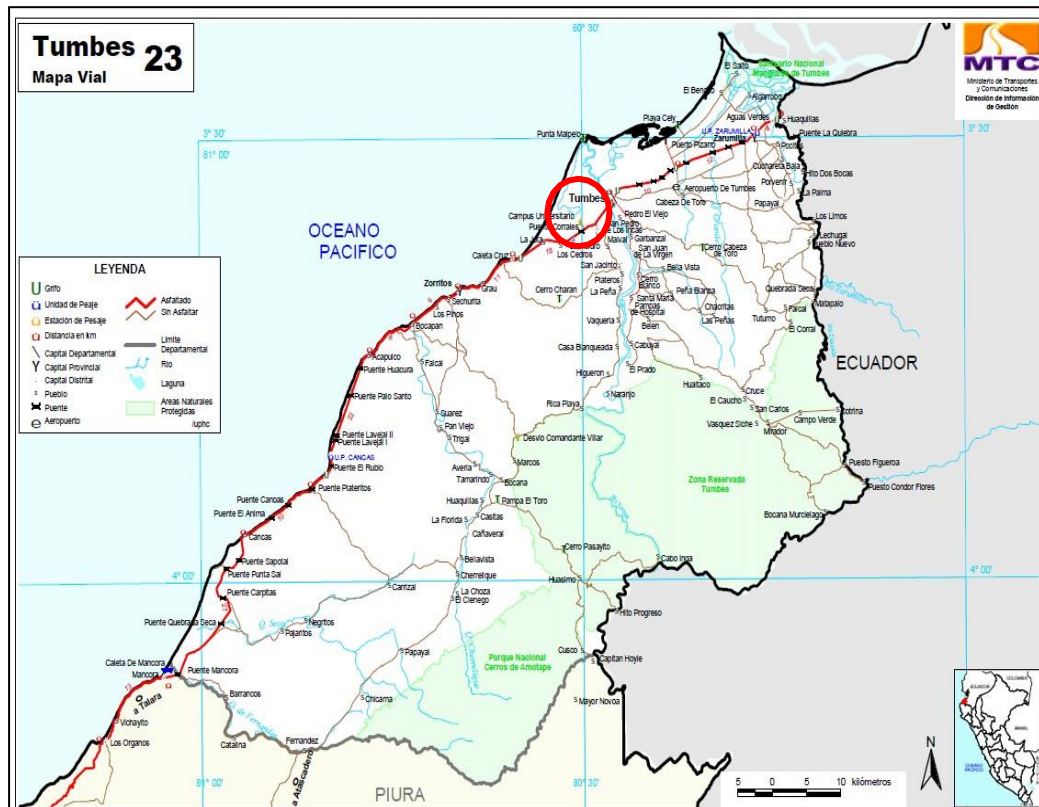
- Información de demanda de agua de los sectores Pechichal y Malval
- Información de caudales del río Tumbes, sector Pechichal y Malval
- Manuales de diseño de la USBR
- Software HCANALES
- Software Microsoft Excel

#### 2.2. Ubicación de la zona de proyecto

El área de estudio abarca los sectores Pechichal y Malval, en el distrito de corrales, provincia Tumbes, departamento Tumbes.

**Figura 2**

*Mapa de localización del proyecto*



*Nota.* Se muestra en la figura, el mapa de localización del proyecto donde se diseñará la estructura.

### **Ubicación geográfica**

Norte: Océano pacífico

Este: Distrito de Tumbes

Oeste: Distrito La Cruz

Sur: Distrito de San Jacinto

### **Ubicación geodésica**

Límite: Este (m) - Sur (m)

Aguas Arriba: 560509.10 - 9598433.00

Aguas Abajo: 560491.00 – 9598449.00

## **2.3. Métodos y técnicas**

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido que, para contrastar la hipótesis, se usará herramientas de recolección y análisis de datos, expresados en cantidad.

Y el alcance y/o nivel de investigación es descriptiva, por lo que, se diseñará la estructura que cumpla la función de línea de conducción, con fines de riego. Y se visualizará el comportamiento del diseño propuesto en el lugar de estudio, para poder describirse técnicamente en términos de hidráulica.

Se considera de tipo no experimental, debido que no se manipularán directamente las variables, y se estudiará el comportamiento tal como se dé en la naturaleza, al incorporarse la estructura de conducción.

La población del estudio es toda infraestructura hidráulica en el distrito de corrales, provincia Tumbes, mientras la muestra de estudio, es la infraestructura hidráulica que se desea proyectar en el sector Pechichal y Malval.

Las técnicas que se utilizarán en esta investigación son:

- a. La documentación: esta técnica permitirá recopilar información retrospectiva (información pasada) de las estaciones meteorológicas y algunos estudios básicos que necesitará el proyecto: como el estudio de suelos y/o de topográfica.

Los instrumentos que se utilizarán serán:

- b. Las Fichas de recolección de datos para recopilar la información de las diversas fuentes nacionales como internacionales, que puedan ayudar a desarrollar correctamente el proyecto.

Donde el procedimiento:

- a. Se empieza con la recopilación de información de la demanda de agua que requiere los sectores de Pechichal y Malval, utilizando informes de comisión de usuarios de la margen izquierda. Y con esa información, se podrá realizar los cálculos de los parámetros de diseño para la línea de conducción, en relación a la necesidad de riego en ciertas parcelas agrícolas; para después con ello poder calcular el caudal de riego de la demanda y poder diseñar la estructura que se requiere.
- b. Luego se analizará el diseño hidráulico de la línea de conducción abierta, basándonos en los:
  - Cálculo del caudal de diseño
  - Cálculo de la velocidad máxima y mínima permisible
  - Cálculo de la velocidad de diseño
  - Cálculo del área mínima de diseño
  - Estimación del coeficiente de Manning
- c. Y finalmente diseñamos la sección de máxima eficiencia hidráulica, utilizando HCANALES.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Demanda y oferta del Sector Pechichal y Malval

En el Distrito de Corrales entre los sectores Pechichal – Malval se realiza una agricultura basada en la utilización del agua superficial por gravedad la misma que es captada desde el río Tumbes a través de la Bocatoma La Peña, el cual existe el recurso hídrico todos los meses del año, así como también el aporte de las precipitaciones los meses de enero, febrero, marzo y abril, etc.

El análisis de la demanda de agua para riego se elabora a partir de la cedula de cultivo y su distribución mensual, se muestra en los siguientes cuadros; los datos han sido proporcionados por los propios beneficiarios, siendo válidos. Además, es importante señalar que la información presentada esta referida a cultivos de riego, obteniéndose producciones muy bajas, de acuerdo a la información de campo. Por otro lado, a pesar de que estas hectáreas son cultivables variablemente y en condiciones inadecuadas dependiendo de la cantidad de recurso hídrico, se les está considerando, como áreas de cultivo actuales, que estarán representadas también como áreas a mejorar.

**Tabla 1**

Extensión de siembra del cultivo Arroz (Ha)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
72.40	72.40	72.40	72.40	72.40		72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40

Nota. Entregada por la comisión de usuarios de la margen izquierda del río Tumbes

El análisis de la demanda de agua para riego se hará a partir de la cedula de cultivo expuesta en el Ítem anterior, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes factores:

- **La Información Meteorológica** en la Región de Tumbes, se obtuvo de la estación Meteorológica C.E. TUMPIS, el cual está a cargo del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes, permitiendo obtener registros de temperatura media mensual máxima, mínima, humedad relativa, velocidad del viento, horas de sol y radiación solar, presión atmosférica, esta estación se encuentra ubicada a una altitud de 18 msnm, esta se encuentra registrada en la memoria del programa CROPWAT 8 Versión 4.3 – FAO.
- **Cálculo del Eto.** Para determinar la Evado transpiración Potencial (Eto), se realizó los cálculos mediante el Programa CROPWAT 8 para Windows versión 4.3 FAO. Se emplearon los valores medios mensuales de las variables meteorológicas registradas en la estación, cuyos valores promedio mensuales se muestra en los cuadros siguientes:

**Tabla 2**  
Cálculo del Eto (mm/m)

Climate and ETo (grass) Data								
Data Source: C:\CROPWAT\CLIMATE\TUMPIS-TU.PEM								
Country : Tumbes                      Station : Tumpis								
Altitude: 18 meter(s) above M.S.L.								
Latitude: 3.31 Deg. (South)      Longitude: 80.19 Deg. (West)								
Month	Max Temp (deg.C)	MiniTemp (deg.C)	Humidit (%)	Wind Spd (Km/d)	SunShine (Hours)	Solar Rad. (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)	ETo (mm/m)
January	30.9	23.4	83	28.0	3.3	14.4	3.09	95.79
February	31.2	23.3	84	34.0	3.5	15.0	3.25	91.00
March	31.4	23.6	84	34.0	5.0	17.4	2.22	68.82
April	31.8	23.3	81	33.0	5.3	17.0	2.49	74.70
May	30.8	22.7	81	36.0	4.0	14.1	3.01	93.31
June	29.3	21.8	83	36.0	3.2	12.4	2.61	78.30
July	28.2	21.0	83	37.0	4.0	13.7	2.40	74.40
August	27.2	20.5	86	38.0	3.2	13.4	2.44	75.64
September	27.0	20.6	87	34.0	3.2	14.2	2.25	67.50
October	26.9	20.9	86	35.0	2.7	13.7	2.75	85.25
November	28.0	21.4	85	36.0	3.2	14.3	2.88	86.40
December	30.0	22.6	84	34.0	4.2	15.6	3.21	99.51
Average	29.4	22.1	84	35	3.7	14.6	2.72	990.62
Pen-Mon equation was used in ETo calculations with the following values								
for Angstrom's Coefficients:								
a = 0.25      b = 0.5								

Nota. Resultados del software CROPWAT v.8.0 con datos de la estación Tumpis - PEBT

- **Factores de Cultivo (Kc).** Este coeficiente depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de cada cultivo, expresa la capacidad que tienen las plantas para extraer agua del suelo en las distintas etapas del periodo vegetativo. En el siguiente cuadro se muestran los Kc. determinados para los cultivos el área del proyecto

**Tabla 3**

Determinación del coeficiente Kc, ponderado (adimensional)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1.20	1.00	1.05	1.05	0.80		1.20	1.00	1.05	1.05	0.80	

Nota. Resultados del software CROPWAT v.8.0 con datos de la estación Tumpis - PEPT

- **Factor Kc ponderado.** Es el promedio del Kc de los cultivos del área del proyecto, y ha sido estimado mediante la siguiente expresión:

$$Kc \text{ Ponderado} = \frac{\sum (A \times Kc)}{\sum A}$$

- **Evapotranspiración real de cultivo o uso consuntivo (UC).** Considerando como el consumo real de agua por los cultivos; varía de acuerdo al estado de desarrollo de las plantas (periodo vegetativo), se expresa en mm. La fórmula empleada para el cálculo de UC es la siguiente:

$$UC = Eto \times Kc_{\text{ponderado}}$$

- **Precipitación efectiva (P.Efec).** Es la cantidad de agua que aprovecha la planta, del total de precipitación de lluvia registrada, para cubrir sus necesidades parcial o totalmente. Se expresa en mm. En nuestros datos pluviométricos, solo existen 3 valores que sobrepasan los 20.00 mm, sin embargo, se les considera inalterables, por ser los únicos valores, además de que en los meses restantes los valores son ínfimos por lo tanto hemos creído conveniente no someter ningún dato a correcciones para precipitación efectiva, por ser pequeños y esporádicos.

Para el cálculo de la precipitación efectiva se ha utilizado los registros de la estación meteorológica Tumpis; los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Tabla 4**  
Precipitación efectiva (mm)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
27.30	37.40	19.20	4.80	1.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	0.80

Nota. Resultados del software CROPWAT v.8.0 con datos de la estación Tumpis - PEBT

- **Requerimiento de agua (Req).** Considerada como la lámina de agua que se debe aplicar a un cultivo para satisfacer sus necesidades. Expresada como la diferencia entre el uso consuntivo y la precipitación efectiva en mm. Y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Req} = \text{UC} - \text{P.Efect}$$

- **Requerimiento volumétrico de agua (Req.Vol).** Definido como el volumen de agua que requiere una hectárea de cultivo. Se expresa en m<sup>3</sup>/Ha, y se determina de la siguiente manera:

$$\text{Req.Vol} = \text{Req (mm.)} \times 10$$

- **Eficiencia de riego (Ef. Riego).** Es el factor de eficiencia del sistema de riego; es decir, la eficiencia de conducción, distribución, y la aplicación del agua que la infraestructura de riego transporta, indicará el porcentaje de agua que es utilizada y será realmente utilizada por los cultivos-

**Tabla 5**  
Eficiencia de riego (%)

Eficiencia	Actualidad
En la conducción	50.00 %

En la distribución	64.00 %
En la Aplicación	64.00 %
Eficiencia Total	20.42 %

Nota. Resultados de la eficiencia de riego

- **Número de horas de riego (N° horas riego).** Viene a ser el tiempo de riego efectivo o en el que se usará el sistema; y que para el presente perfil será de 19 horas, considerando que el riego se dará desde las 00:00 hrs hasta las 19:00 hrs del día.
  - **Módulo de riego (MR).** Definido como el caudal continuo de agua que requiere una hectárea de cultivo, expresada en lts/seg; su cálculo se efectuara mediante la siguiente formula:
- $$MR = \text{Req.Vol} * 1000 / 360 * N^{\circ} \text{ días mes} * N^{\circ} \text{ horas de riego} / \text{Ef. Riego}$$
- **Área total de la parcela (Área Total).** Viene a ser la cantidad de terreno a irrigar con la ejecución del proyecto, es decir, el área ocupada por todos los cultivos en un mismo periodo, cuya necesidad ha sido uniformizada por un Kc ponderado.
  - **Caudal demandado (Qdem).** Definido como el caudal requerido por el sistema, de tal manera que se atienda a todos los cultivos instalados, se expresa en lit/seg. Su cálculo se hará a través de la siguiente expresión:

$$Q_{dem} = \text{Área Total} * MR$$

El siguiente cuadro muestra los resultados de los cálculos efectuado, teniendo en cuenta los conceptos y formulas descritas en los Ítem anteriores:



**Tabla 6**  
Cálculo de la demanda de agua (MMC)

DEPARTAMENTO: TUMBES			PROVINCIA TUMBES			DISTRITO: CORRALES			SECTOR DE RIEGO: PECHICAL -MALVAL						
AREA DE CULTIVO: 72.4 Hectareas															
REFERENCIA	AREA	%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
ARROZ	72.40	100.00%													
<b>TOTAL</b>	<b>72.40</b>	<b>100.00</b>													
A rea terreno cult. Has.			72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40	72.40
Co eficiente consuntivo ponderado (KcT)			1.20	1.00	1.05	1.05	0.80	0.00	1.20	1.00	1.05	1.05	0.80	0.00	
Evapo transpiracio n Pot. (Eto P) mm/mes			95.79	91.00	68.82	74.70	93.31	78.30	74.40	75.64	67.50	85.25	86.40	99.51	
Evapo transpiracio n Real (Eto R) mm/mes			114.95	91.00	72.26	78.44	74.65	0.00	89.28	75.64	70.88	89.51	69.12	0.00	
P recipitacio n Total (P t) mm/mes			28.55	39.93	19.80	4.78	1.43	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	0.75	
P recipitacio n efectiva (P e) mm/mes			27.30	37.40	19.20	4.80	1.40	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	0.80	
Requerimiento neto (mm)			87.65	53.60	53.06	73.64	73.25	0.00	89.08	75.64	70.88	89.51	68.52	0.00	
Requerimiento neto (m3/ha)			876.48	536.00	530.61	736.35	732.48	0.00	890.80	756.40	708.75	895.13	685.20	0.00	
Eficiencia de riego			20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	20.42%	
Requerimiento bruto (m3/ha)			4,292	2,625	2,598	3,606	3,587	0	4,362	3,704	3,471	4,383	3,355	0	
Requerimiento bruto mensual (m3)			310,729	190,023	188,112	261,051	259,679	0	315,806	268,159	251,266	317,339	242,917	0	2,605,079
<b>REQUERIMIENTO BRUTO MENSUAL (M M C)</b>			<b>0.311</b>	<b>0.190</b>	<b>0.188</b>	<b>0.261</b>	<b>0.260</b>	<b>0.000</b>	<b>0.316</b>	<b>0.268</b>	<b>0.251</b>	<b>0.317</b>	<b>0.243</b>	<b>0.000</b>	<b>2.605</b>
Requerimiento bruto mensual por tipo de cultivo (M M C):															
<b>Requerimiento bruto mensual por tipo de cultivo :</b>															
ARROZ	Total	(M M C)	0.311	0.190	0.188	0.261	0.260	0.000	0.316	0.268	0.251	0.317	0.243	0.000	2.605
	Unitario	(m3/há)	4,292	2,625	2,598	3,606	3,587	0	4,362	3,704	3,471	4,383	3,355	0	<b>35,982</b>
<b>Estimacion de la Capacidad máxima del sistema (lt/seg)</b>															
Regimen máximo mensual (dias/mes)			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Riego diario (hr/día)			20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
Capacidad máxima (lt/seg)			139	94	84	121	116	0	141	120	116	142	112	0	
M o d u l o de riego Lt/s x ha			1.92	1.30	1.16	1.67	1.61	0.00	1.95	1.66	1.61	1.96	1.55	0.00	
<b>Coefficientes de eficiencia de riego</b>															
Eficiencia conduccion			50.00%												
Eficiencia distribucion			64.00%												
Eficiencia aplicacion			64.00%												
<b>Eficiencia de Riego</b>			<b>20.42%</b>												

Nota. Resultados de la eficiencia de riego

En la situación actual sin proyecto optimizada la demanda máxima de agua para riego de 72.40 hectáreas se presenta en el mes de octubre con una demanda 142 Lt/s y una masa total de agua en cabecera de canal de 2'605,079 m3.

Actualmente el servicio es deficiente, debido a la inadecuada infraestructura de riego lo que genera una baja producción y productividad de los cultivos y por ende el deterioro de los niveles de vida de la población y el retraso socioeconómico de los usuarios de los sectores Pechichal - Malval.

Cabe resaltar que la incorporación de las áreas que se encuentran en la Resolución Administrativa del Agua son áreas que actualmente no cuentan con el recurso Hídrico permanente debido a la falta de una infraestructura de riego que le permita un riego permanente. Con la posible ejecución de la propuesta de la línea de conducción, lo que se busca es obtener una mayor eficiencia de riego y dotar de Recuerdo Hídrico al área propuesta.

**Tabla 7**  
Volumen bruto máximo disponible (m<sup>3</sup>)

Descripción	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Caudal (lt/s)	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142	142
Régimen máximo (hr/día)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Cronograma mensual	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Volumen Bruto Máximo disponible (m <sup>3</sup> )	317	287	317	307	317	307	317	307	317	307	317	307

Nota. Resultados de la oferta

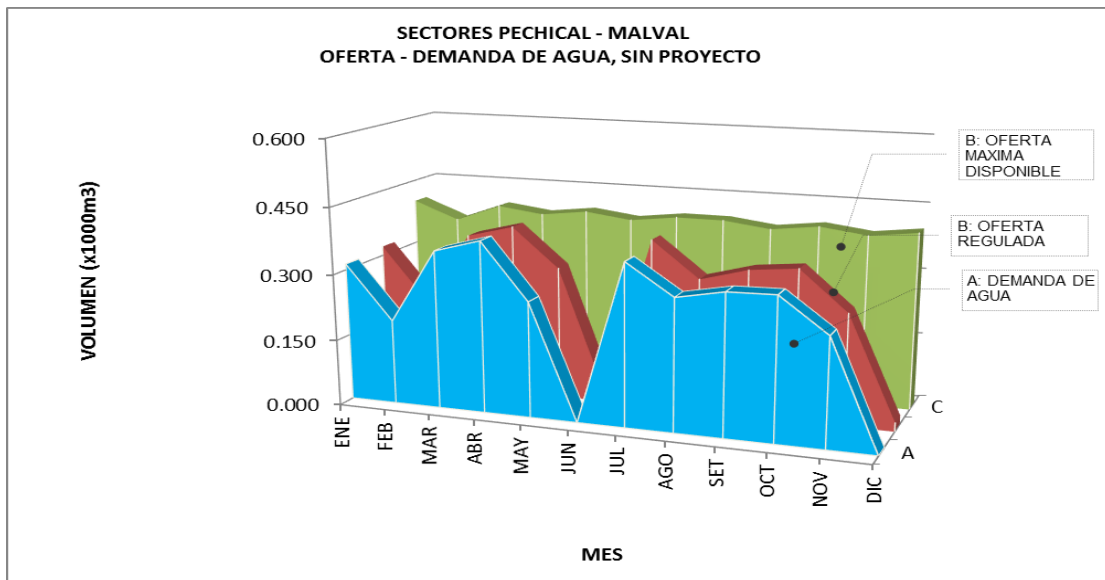
En el siguiente cuadro y figura mostraremos, la demanda de agua para riego y la oferta de agua en la zona. Podremos apreciar en la figura que la demanda total está por debajo de la gráfica de oferta actual.

**Tabla 8**  
Oferta de máxima disponible (MMC)

Descripción	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Oferta máxima disponible (MMC)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
Oferta regulada (MMC)	0.32	0.22	0.27	0.29	0.27	0.02	0.32	0.27	0.26	0.32	0.26	0.02
Demanda de agua (MMC)	0.31	0.19	0.19	0.25	0.25	0.00	0.32	0.27	0.25	0.32	0.24	0.00

Nota. Resultados de la oferta

**Figura 3**  
Oferta y demanda de agua (MMC)



Nota. Resultados de la oferta

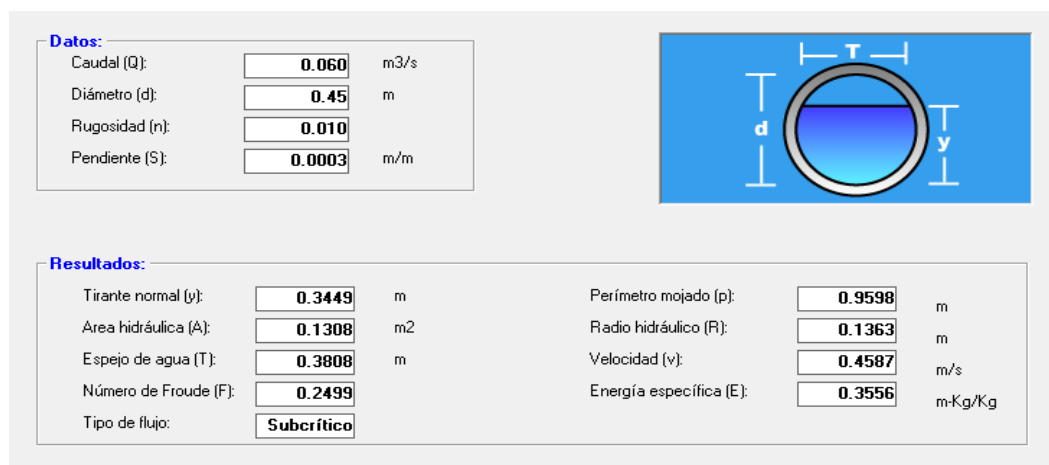
### 3.1.2. Diseño hidráulico de la línea de conducción

Para la realización del diseño hidráulico de la línea de conducción, se considera dos alternativas, donde la primera es de ducto tubería HDPE y la de conducción ducto de concreto armado, donde se detallará los resultados de la primera alternativa.

Las tuberías de HDPE tienen una superficie interior lisa y un diámetro constante, lo que les confiere una alta capacidad de flujo hidráulico. Por otro lado, las tuberías de concreto armado tienen una superficie más rugosa y, a menudo, presentan irregularidades debido a las juntas y los refuerzos de acero, lo que reduce su capacidad de flujo. El HDPE es un material flexible y tiene cierta capacidad de deformación, lo que permite que las tuberías se adapten a movimientos y asentamientos del suelo sin romperse.

Para la Conducción de ducto tubería HDPE, se tienen los siguientes resultados en HCANALES, para un caudal de 125 litros/s. Dando consigo características de flujos subcríticos y valores de velocidades superiores a 0.46 m/s, por lo que interpretamos que el flujo no va generar sedimentación, al ser superior a 0.30 m/s, además que la relación del tirante y el diámetro tiene un valor de 0.75.

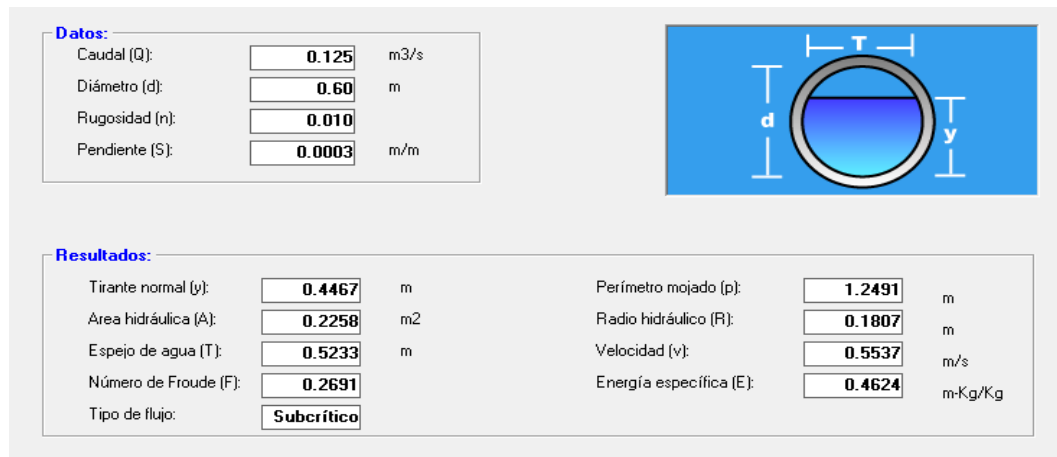
**Figura 4**  
Resultados de conducción de tubería HDPE para caudal 60 litros



Nota. Resultados de HCANALES.

Mientras para el caso del caudal de 60 litros/s, tiene una relación del tirante y el diámetro tiene un valor de 0.76, dando consigo una velocidad superior a 0.45 m/s, con características de flujos subcríticos.

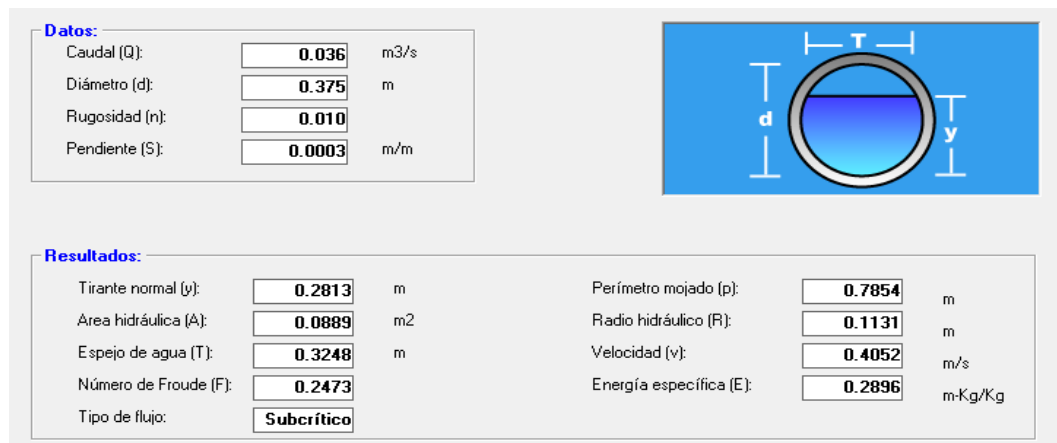
**Figura 5**  
Resultados de conducción de tubería HDPE para caudal 60 litros



Nota. Resultados de HCANALES.

Mientras para el caso del caudal de 36 litros/s, tiene una relación del tirante y el diámetro tiene un valor de 0.75, dando consigo una velocidad superior a 0.40m/s, con características de flujos subcríticos.

**Figura 6**  
Resultados de conducción de tubería HDPE para caudal 36 litros

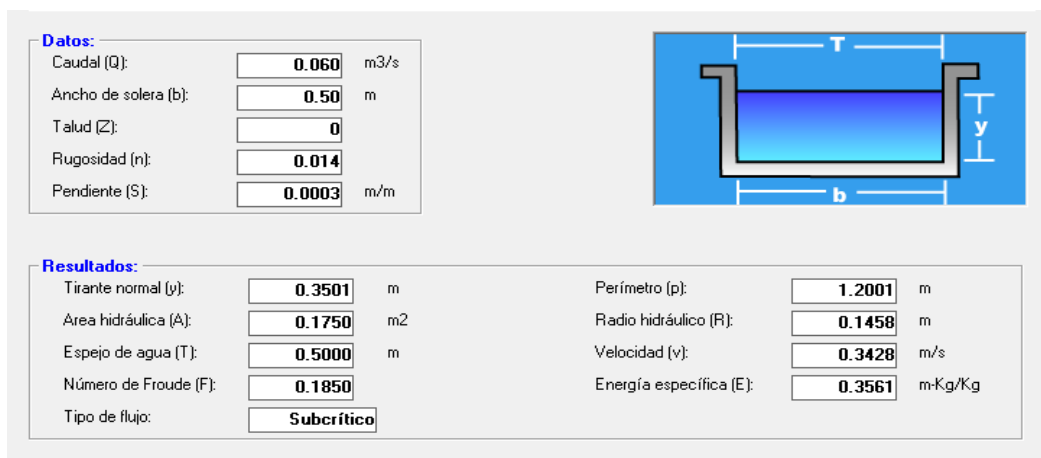


Nota. Resultados de HCANALES.

Los conductos de concreto armado tienen una configuración geométrica constante, lo que implica que su capacidad de flujo hidráulico está definida por el diseño y las dimensiones del canal. La rugosidad de la superficie interna puede influir en la capacidad de flujo, dado que las irregularidades y las juntas presentes en el canal pueden generar turbulencias y aumentar las pérdidas de energía debido a la fricción.

Para la conducción de canales rectangulares de concreto, se tienen los siguientes resultados en HCANALES, para un caudal de 60 litros/s. Dando consigo características de flujos subcríticos y valores de velocidades superiores a 0.34 m/s, por lo que interpretamos que el flujo no va generar sedimentación, al ser superior a 0.30 m/s, además que la relación del tirante y la altura tiene un valor de 0.61. Llegando a una altura de 70 cm, con un borde libre de 27 cm.

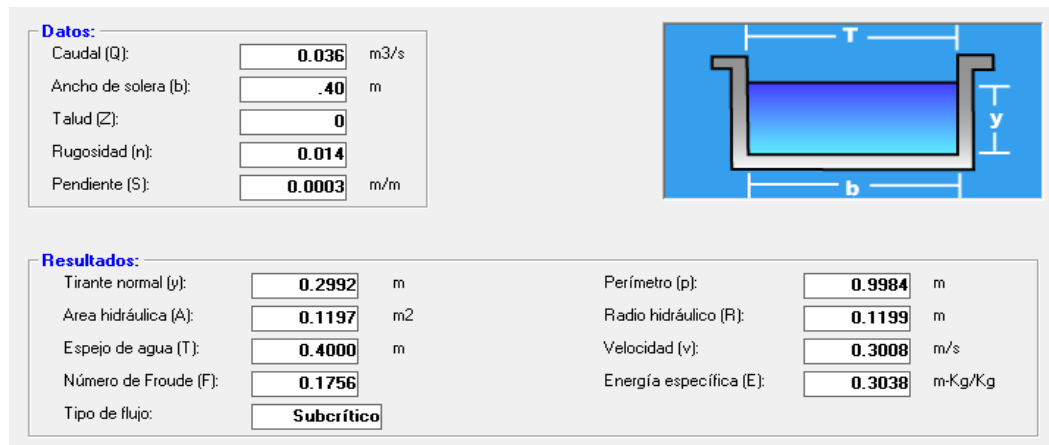
**Figura 7**  
Resultados de conducción de concreto para caudal 60 litros



Nota. Resultados de HCANALES.

Para un caudal de 36 litros/s. Dando consigo características de flujos subcríticos y valores de velocidades superiores a 0.30 m/s, además que la relación del tirante y la altura tiene un valor de 0.61. Llegando a una altura de 65 cm, con un borde libre de 27 cm.

**Figura 8**  
Resultados de conducción de concreto para caudal 36 litros



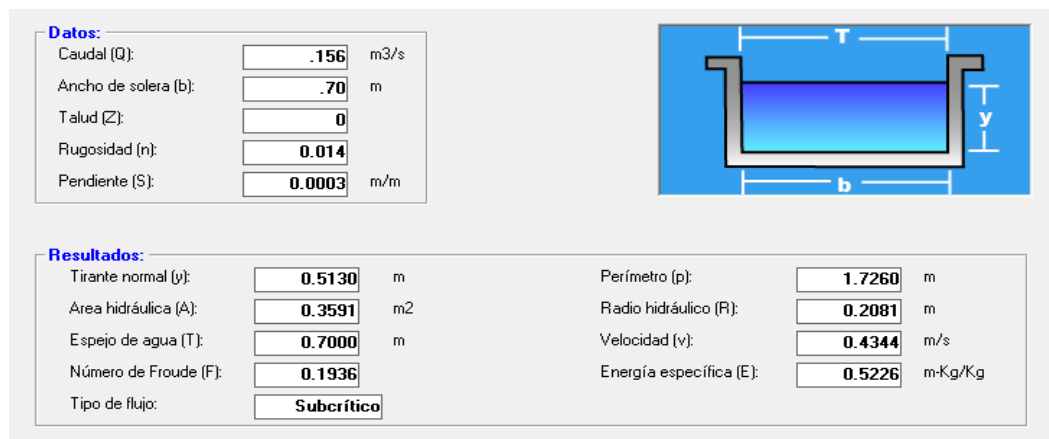
Nota. Resultados de HCANALES.

Por ello, se considerará diversas alternativas para la conducción.

Para el caso de aguas debajo de la toma, de la conducción será mediante un ducto de concreto, la cual se encontrarán en las progresivas Km: 0+006.87 a Km +030.

Para un caudal de 156 litros/s. Dando consigo características de flujos subcríticos y valores de velocidades superiores a 0.40 m/s, llegando a no generarse sedimentación, además que la relación del tirante y la altura tiene un valor de 0.50. Llegando a una altura del canal de 60 cm, con un borde libre de 30 cm.

**Figura 9**  
Resultados de conducción de concreto para caudal 156 litros

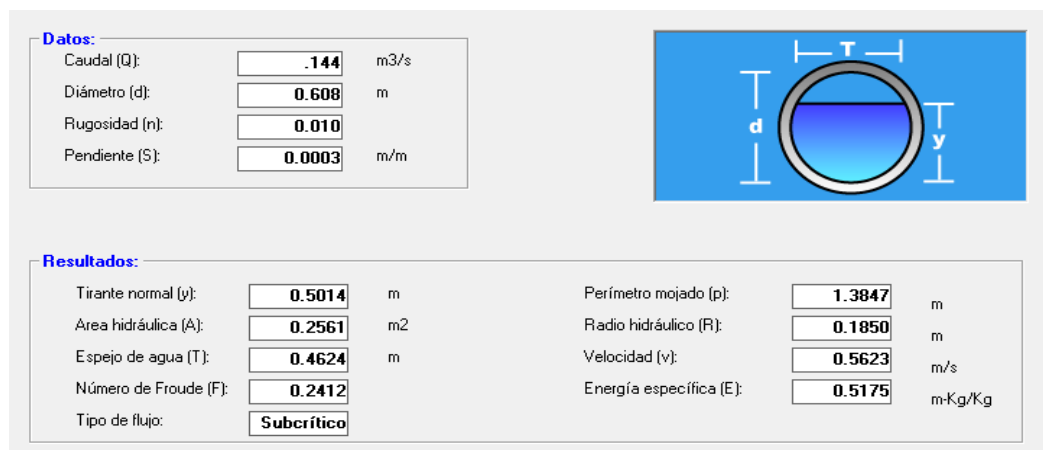


Nota. Resultados de HCANALES.

Teniendo como resultados para el caudal 156 litros, una altura y un ancho de 70 cm, una rugosidad de 0.014 que representa al concreto, con una pendiente de 0.0003 m/m, generando una energía específica de 52 cm. Con un froude 0.24, caracterizándose como flujo subcrítico y una relación de tirante y diámetro de 0.82.

Para el caso de Aguas abajo de la Primera Toma parcelaria, la conducción es mediante un ducto de tubería HDPE. Progresiva de la primera toma parcelaria: km 0+014.5, donde el caudal baja 144 lps.

**Figura 10**  
Resultados de conducción del tramo inicial



Nota. Resultados de HCANALES.

Donde se tiene los caudales en litros/s y caudales acumulados.

**Tabla 9**  
Caudales por tramos

TOMA N°	PROGRESIVA (km)	CAUDAL (litros / segundos)	CAUDAL ACUMULADO (litros / segundos)
1	14.5	12	156
2	100.0	12	144
3	130.0	12	132
4	290.0	12	120
5	370.0	12	108
6	460.0	12	96
7	550.0	12	84
8	750.0	12	72
9	1,025.0	12	60
10	1,330.0	12	48

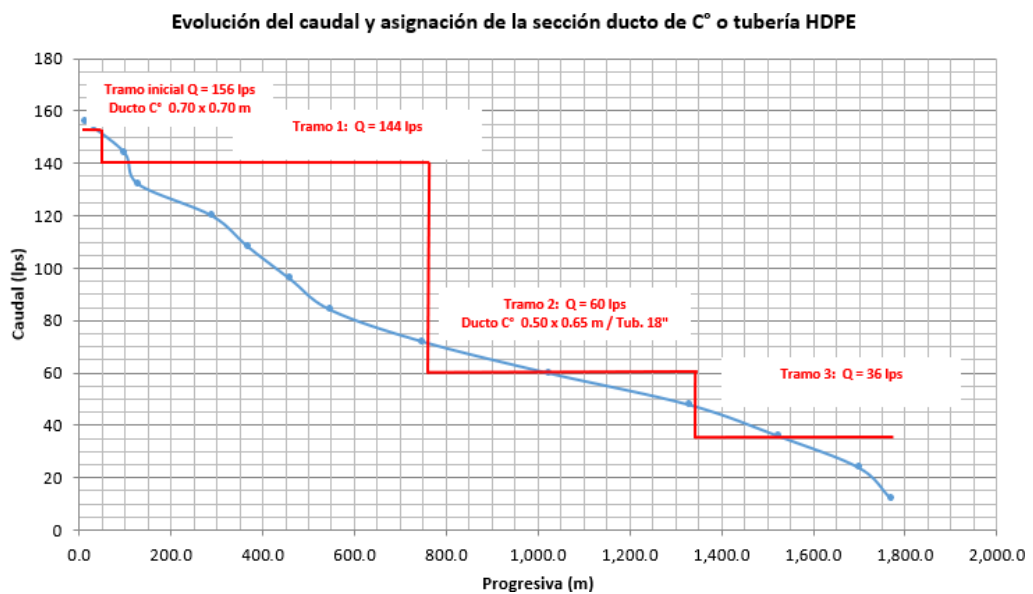


11	1,525.0	12	36
12	1,700.0	12	24
13	1,770.0	12	12
Total		156	

Nota. Resultados.

Teniendo como evolución del caudal y asignación de la sección ducto de concreto y de tubería HDPE.

**Figura 11**  
Evolución del caudal en los diversos ductos



Nota. Resultados

Teniendo ya diversas alternativas para la conducción para los diversos tres tramos.

**Tabla 10**  
Alternativas de conducción

Tramo	Progresivas (km)		Long. (m)	Alternativas de conducción	
	inicio	fin		Ducto de Concreto	Ducto de Tubería HDPE
Inicial	0+006	0+030	24	Ducto C° 0.70 x 0.70 m	Ducto C° 0.70 x 0.70 m
1	0+020	0+750	730	Ducto C° 0.70 x 0.70 m	Diam. nominal 24 pul.
2	0+750	1+330	580	Ducto C° 0.70 x 0.70 m	Diam. nominal 18 pul.
3	1+330	1+770	440	Ducto C° 0.40 x 0.60 m	Diam. nominal 15 pul.

Nota. Resultados.

### 3.1.3. Comparación económica

Se presenta el presupuesto para la alternativa de concreto.

**Tabla 11**  
Presupuesto de alternativa de concreto

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	COSTO (S/.)		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>17,714.55</b>
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	Gbl	1.00	5,214.55	5,214.55	
1.02	TRAZO Y REPLANTEO	Mes	5.00	2,500.00	12,500.00	
<b>2.00</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>					<b>21,066.72</b>
2.01	INSTALACION Y DESMONTAJE DE CAMPAMENTO	m2	50.00	154.93	7,746.50	
2.02	MANTENIMIENTO DE CAMPAMENTO	Mes	5.00	869.22	4,346.10	
2.03	MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO	Km	1.50	2,642.79	3,964.19	
2.04	MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO	Km-m	3.00	1,372.77	4,118.31	
2.05	CARTEL DE OBRA	Und.	1.00	891.62	891.62	
<b>3.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>426,726.41</b>
3.01	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA EXISTENTE	m3	1.00	38.47	38.47	
3.02	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	7,500.00	3.05	22,875.00	
3.03	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA EN MATERIAL SUELTO	m3	9,710.00	12.34	119,821.40	
3.04	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN MATERIAL SUELTO	m3	3,150.00	19.94	62,811.00	
3.05	RELLENO DE PLATAFORMA	m3	237.00	18.52	4,389.24	
3.06	RELLENO DE ZANJA CON MAT. PRÉSTAMO	m3	1,550.00	32.1	49,755.00	
3.07	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MAT. PRÉSTAMO	m3	95.00	37.86	3,596.70	
3.08	ENROCADO ACOMODADO	m3	20.00	80.28	1,605.60	
3.09	BOMBEO DE AGUA	hr	50.00	21.68	1,084.00	
3.10	ELIMINACIÓN MATERIAL MISCELANEO	m3	6,430.00	25.00	160,750.00	
<b>4.00</b>	<b>CONCRETO Y AFINES</b>					<b>1,032,232.86</b>
4.01	CONCRETO PARA SOLADO F´C=100 KG/CM2	m3	156.00	262.43	40,939.08	
4.02	CONCRETO F´C=280 KG/CM2, CEMENTO PORTLAND MS	m3	972.00	428.40	416,404.80	
4.03	ENCOFRADO PLANO VERTICAL	m2	5,270.00	40.26	212,170.20	
4.04	ENCOFRADO PLANO HORIZONTAL	m2	1,018.00	45.81	46,634.58	
4.05	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	Kg	49,500.00	5.92	293,040.00	
4.06	JUNTA WATER STOP	M	597.00	38.60	23,044.20	
<b>5.00</b>	<b>ESTRUCTURAS METÁLICAS Y AFINES</b>					<b>16,217.86</b>
5.01	COMPUERTA 0.70 X 0.70 m	Und	1.00	1,756.26	1,756.26	
5.02	VÁLVULAS 8"	Und	13.00	1,085.69	14,113.97	
5.03	REJILLA 0.70 * 0.70 m, tramado cada 0.05 m e=0.01 m	Und	1.00	347.63	347.63	
	<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>1,513,958.40</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>				15.00%	227,093.76
	<b>UTILIDAD</b>				10.00%	151,395.84
	<b>SUB TOTAL</b>					<b>1,8912,448.00</b>
	<b>I.G.V.</b>				18.00%	340,640.64
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>S/.</b>	<b>2,233,088.64</b>

Nota. Presupuesto

Se presenta el presupuesto para la alternativa de tubería corrugado HDPE.

**Tabla 12**  
Presupuesto de alternativa de tubería corrugado HDPE

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	COSTO (S/.)		
				UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>12,714.55</b>
1.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	Gbl	1.00	5,214.55	5,214.55	
1.02	TRAZO Y REPLANTEO	Mes	3.00	2,500.00	7,500.00	
<b>2.00</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>					<b>19,328.28</b>
2.01	INSTALACION Y DESMONTAJE DE CAMPAMENTO	m2	50.00	154.93	7,746.50	
2.02	MANTENIMIENTO DE CAMPAMENTO	Mes	3.00	869.22	2,607.66	
2.03	MEJORAMIENTO DE CAMINO DE ACCESO	Km	1.50	2,642.79	3,964.19	
2.04	MANTENIMIENTO DE CAMINOS DE ACCESO	Km-m	3.00	1,372.77	4,118.31	
2.05	CARTEL DE OBRA	Und.	1.00	891.62	891.62	
<b>3.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>456,358.97</b>
3.01	DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA EXISTENTE	m3	1.00	38.47	38.47	
3.02	LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	7,500.00	3.05	22,875.00	
3.03	EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA EN MATERIAL SUELTO	m3	9,970.00	12.34	123,029.80	
3.04	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN MATERIAL SUELTO	m3	2,955.00	19.94	58,922.70	
3.05	RELLENO DE PLATAFORMA	m3	750.00	18.52	13,890.00	
3.06	RELLENO DE ZANJA CON ARENA	m3	1,320.00	21.96	28,987.20	
3.07	RELLENO DE ZANJA CON MAT. PRÉSTAMO	m3	1,270.00	32.1	40,767.00	
3.08	RELLENO DE ESTRUCTURAS CON MAT. PRÉSTAMO	m3	95.00	37.86	3,596.70	
3.09	ENROCADO ACOMODADO	m3	20.00	80.28	1,605.60	
3.10	BOMBEO DE AGUA	hr	50.00	21.68	1,084.00	
3.11	ELIMINACIÓN MATERIAL MISCELANEO	m3	6,462.50	25.00	161,562.50	
<b>4.00</b>	<b>CONCRETO Y AFINES</b>					<b>87,078.17</b>
4.01	CONCRETO PARA SOLADO F'C=100 KG/CM2	m3	6.50	262.43	1,705.80	
4.02	CONCRETO F'C=280 KG/CM2, CEMENTO PORTLAND SM	m3	90.00	428.40	38,556.00	
4.03	ENCOFRADO PLANO VERTICAL	m2	320.00	40.26	12,883.20	
4.04	ENCOFRADO PLANO HORIZONTAL	m2	37.00	45.81	1,694.97	
4.05	ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG/CM2	Kg	5,400.00	5.92	31,968.00	
4.06	JUNTA WATER STOP	m	7.00	38.60	270.20	
<b>5.00</b>	<b>TUBERIAS Y AFINES</b>					<b>457,304.26</b>
5.01	TUBERÍA HDPE CORRUGADA DIAM. 24"	m	730.00	349.44	255,091.20	
5.02	TUBERÍA HDPE CORRUGADA DIAM. 18"	m	580.00	200.00	116,000.00	
5.03	TUBERÍA HDPE CORRUGADA DIAM. 15"	m	440.00	159.08	69,995.20	
5.04	COMPUERTA 0.70 X 0.70 m	Und	1.00	1,756.26	1,756.26	
5.05	VÁLVULAS 8"	Und	14.00	1,085.69	14,113.97	
5.06	REJILLA 0.70 * 0.70 m, tramado cada 0.05 m e=0.01 m	Und	1.00	347.63	347.63	
	<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>1,032,784.23</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>				15.00%	154,917.63
	<b>UTILIDAD</b>				10.00%	103,278.42
	<b>SUB TOTAL</b>					<b>1,290,980.29</b>
	<b>I.G.V.</b>				18.00%	232,376.45
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>S/.</b>	<b>1,523,356.74</b>

Nota. Presupuesto

En esta comparativa económica entre el HDPE corrugado y el concreto para tuberías, podemos apreciar una marcada diferencia en costos. Mientras que el HDPE corrugado tiene un precio de S/. 1,523,356.74, el concreto se eleva a S/. 2,233,088.64. Esto implica que la alternativa de HDPE ofrece un ahorro significativo de aproximadamente 31.79%. Sin embargo, es esencial considerar otros aspectos como la durabilidad, resistencia y requerimientos específicos del proyecto antes de tomar una decisión final sobre cuál opción es más conveniente.

### **3.2. Discusión de resultados**

La situación descrita muestra claramente la problemática existente en relación con el suministro de agua para riego en la zona en cuestión. Actualmente, la demanda máxima de agua se presenta en octubre, con una cantidad de 142 litros por segundo necesarios para irrigar 72.40 hectáreas de tierra. Sin embargo, debido a la falta de infraestructura adecuada, el servicio de riego es deficiente, lo que tiene un impacto negativo en la producción y productividad de los cultivos. Este escenario tiene consecuencias significativas para los agricultores y la comunidad en general. La baja producción agrícola afecta directamente los niveles de vida de la población, ya que se ven limitadas las oportunidades de generación de ingresos y empleo en el sector agrícola.

Ante esta problemática, la ejecución propuesta de una línea de conducción busca mejorar la eficiencia del riego y proveer un recurso hídrico adecuado para el área en cuestión. Esto implica una oportunidad para aumentar la productividad agrícola y asegurar un suministro de agua constante, lo que puede tener un impacto positivo en los niveles de vida de la población y en el desarrollo socioeconómico de la zona. Sin embargo, es necesario realizar un análisis exhaustivo de los posibles beneficios y desafíos que conlleva la implementación de esta propuesta. Entre los aspectos a considerar se encuentran la viabilidad técnica y económica del proyecto, los posibles impactos ambientales y sociales, así como la participación y consulta de las comunidades afectadas.

La capacidad de flujo hidráulico, las tuberías tienen una ventaja sobre los canales abiertos de concreto armado. Las tuberías tienen una superficie interna lisa y un diámetro constante, lo que permite un flujo eficiente y una menor pérdida de energía debido a la fricción. En contraste, los canales abiertos de concreto armado presentan mayor rugosidad en su superficie y una geometría más compleja, lo que puede resultar en mayores pérdidas de energía y una menor capacidad de flujo. Además, que Las tuberías presentan una pérdida de carga menor en comparación con los canales abiertos de concreto armado. Debido a la superficie lisa de las tuberías, la fricción es menor y, por lo tanto, se requiere menos energía para transportar el mismo caudal de agua en comparación con un canal abierto de concreto armado, que tiene una mayor rugosidad superficial. Por ello la importancia de trabajar con ductos y no con canales abiertos de material de concreto.

Por ello al utilizar la alternativa de los ductos, se prefiere combinar ductos de concreto y tuberías HDPE en una misma línea de conducción, debido que es posible obtener una línea de conducción que aproveche la resistencia y durabilidad del concreto en tramos que enfrentan cargas o condiciones más adversas, mientras se utiliza el HDPE en tramos que requieren mayor flexibilidad y resistencia a la corrosión. Además, la combinación de ductos de concreto y tuberías HDPE puede proporcionar una mayor flexibilidad en el diseño y la instalación de la línea de conducción. Esto permite adaptarse mejor a las condiciones del terreno y reducir los problemas relacionados con los movimientos del suelo o las vibraciones. Como también puede ofrecer una solución rentable en términos de costos. Los ductos de concreto pueden requerir una mayor inversión inicial, pero su vida útil prolongada y su resistencia pueden resultar en menores costos de mantenimiento a largo plazo. Por otro lado, las tuberías HDPE son más económicas en términos de instalación y transporte, lo que puede ayudar a reducir los costos en tramos específicos de la línea de conducción.

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES

La falta de infraestructura adecuada de riego ha llevado a un servicio deficiente en la zona, lo que tiene un impacto negativo en la producción y productividad de los cultivos, así como en los niveles de vida de la población y el desarrollo socioeconómico de la comunidad.

La demanda máxima de agua para riego se presenta en octubre, con una necesidad de 142 litros por segundo para irrigar 72.40 hectáreas de tierra. Sin embargo, la falta de recursos hídricos permanentes y una infraestructura de riego adecuada limita la disponibilidad y el suministro constante de agua.

La propuesta de ejecución de una línea de conducción busca mejorar la eficiencia del riego y dotar de un recurso hídrico adecuado al área propuesta, lo que puede contribuir a aumentar la productividad agrícola y mejorar los niveles de vida de la población.

Las tuberías HDPE son flexibles y pueden adaptarse a cambios en la topografía del terreno, movimientos del suelo y asentamientos sin sufrir daños significativos. Esto las hace más adecuadas para terrenos con irregularidades o donde se esperan cambios en el nivel del agua. Por otro lado, los canales abiertos de concreto armado son rígidos y tienen una geometría fija, lo que los hace menos flexibles ante cambios en el terreno y puede requerir un diseño y construcción más cuidadosos para adaptarse a condiciones cambiantes.

Las tuberías HDPE presentan una pérdida de carga menor en comparación con los canales abiertos de concreto armado. Debido a la superficie lisa de las tuberías HDPE, la fricción es menor y, por lo tanto, se requiere menos energía para transportar el mismo caudal de agua en comparación con un canal abierto de concreto armado, que tiene una mayor rugosidad superficial.

La combinación de ductos de concreto y tuberías HDPE en una línea de conducción proporciona una solución versátil y eficiente que aprovecha las fortalezas de ambos materiales. El concreto ofrece resistencia y durabilidad en tramos con cargas o condiciones adversas, mientras que el HDPE proporciona flexibilidad y resistencia a la corrosión en tramos que requieren adaptabilidad a movimientos del suelo o vibraciones. Esta combinación permite un diseño más óptimo y una mayor adaptación a las condiciones del terreno.

La combinación de ductos de concreto y tuberías HDPE también puede ser rentable en términos de costos. Aunque los ductos de concreto pueden tener una mayor inversión inicial, su vida útil prolongada y su resistencia reducen los costos de mantenimiento a largo plazo. Por otro lado, las tuberías HDPE son más económicas en términos de instalación y transporte, lo que ayuda a reducir los costos en tramos específicos. Esta combinación de materiales ofrece un equilibrio entre resistencia, durabilidad y eficiencia económica en la línea de conducción.

## CAPITULO V

### 5. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio detallado de viabilidad técnica y económica antes de la ejecución del proyecto propuesto. Esto ayudará a evaluar los costos, beneficios y posibles impactos, y garantizará que el proyecto sea viable y sostenible a largo plazo.

Promover la participación activa de las comunidades locales y los usuarios del agua en todas las etapas del proyecto. Esto incluye la consulta, el diálogo y la colaboración con los agricultores y las partes interesadas para garantizar que sus necesidades y preocupaciones sean tomadas en cuenta.

Evaluar y abordar los posibles impactos ambientales del proyecto. Esto implica realizar estudios de impacto ambiental y adoptar medidas de mitigación adecuadas para minimizar cualquier efecto negativo en los ecosistemas locales, como la pérdida de hábitats naturales o la contaminación del agua.

Si el terreno presenta irregularidades o se espera que cambie con el tiempo, las tuberías flexibles pueden adaptarse mejor a estas condiciones. Por otro lado, los canales abiertos de concreto armado pueden ser más adecuados en terrenos estables y planos.

En caso se necesita una alta capacidad de flujo hidráulico y menor pérdida de carga, las tuberías son una opción favorable. Son especialmente adecuadas para sistemas de transporte de líquidos con una alta demanda de flujo y eficiencia energética.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, J. (2018). *Impacto generado por el canal de riego Peribuela para una agricultura sostenible*.
- Araujo, S., & Paulino, D. (2020). *Diseño para el mejoramiento del canal de riego en Parimarca, distrito Uray, provincia de Pataz, región La Libertad*.
- Calzada, A. (2021). *Análisis del comportamiento hidráulico en la línea de conducción aplicando tubería HDPE y PRFV, del sistema de riego en Tapay – Arequipa 2020*.
- Capcha, S. (2021). *Evaluación de eficiencia hidráulica de canales de riego por gravedad - canal Huayao, Chupaca, Junin 2021*.
- Cavavid, J. (2006). *Hidráulica de Canales Fundamentos*. Colombia: Universidad Eafit.
- Chow, V. (1994). *Hidráulica de canales abierto*. Illinois: McGraw-Hill.
- Duran, x. (2017). *Los canales de regadío, las pérdidas de agua y las soluciones para el futuro*. Iagua.
- Fernandez, R. (05 de noviembre de 2012). R.J. N° 423-2012-ANA.
- Fernandez, W., & Aurich, S. (2021). *Evaluación situacional de la infraestructura hidráulica del canal principal de la Irrigación Cumbaza, km 00+00 –km 07+620 y propuesta de diseño para mejoramiento y/o reconstrucción, distrito de Morales, provincia de San Martín*.
- Gonzales, E., & Hinojosa, G. (2014). *Manejo y distribución del agua en distritos de riego*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Hansen, V., & Israelsen, O. (1965). *Principios y aplicaciones del riego*. Editorial Reverté.
- Hentze, J. (1951). *Construcciones Hidráulicas* (Vol. 1). Labor.

- Jimenez, J. (2017). *La eficiencia de conducción en el canal troncal tramo no revestido progresiva 5+400 - 5+900, tramo revestido progresiva 5+400 - 5+900, caso comisión de usuarios margen Izquierda del Río Tumbes..*
- MINAGRI, M. d. (2016). *Formulación del Diagnóstico de la infraestructura de Riego y Drenaje en los distritos de riego del Perú.*
- Polo, E. (2021). *Determinación de la eficiencia de conducción de canales de riego – Caso Puerto El Cura – Margen derecha del río Tumbes - 2020.*
- Pupiales, I. (2019). *Determinación de la eficiencia de conducción y distribución en el ramal “El Pueblo” del Sistema de Riego Tumbaco.*
- Villar, E., & Oblitas, J. (2020). *Diseño de un canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software HEC-RAS, del tramo Km 00 al km 3+085, en el distrito Salas, Region Lambayeque.*
- Villón, M. (2014). *Diseño de estructuras hidráulicas.* Costa Rica: MaxSoft.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

Formulación del Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables y Dimensiones	Metodología
<p><b>Problema General:</b> ¿Cómo contribuirá el diseño de línea de conducción abierta para el abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal y Malval, distrito de Corrales, provincia de Tumbes?</p>	<p><b>Hipótesis:</b> El diseño de la línea de conducción abierta para el abastecimiento de agua para riego, contribuirá al incremento de la eficiencia para el riego de 140.92 hectáreas de parcelas agrícolas en producción</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Realizar el diseño de la línea de conducción abierta para el abastecimiento de agua para riego en los sectores Pechichal – Malval, distrito de corrales, provincia Tumbes.</p>	<p><b>Demanda del agua</b> Caudal de demanda</p> <p><b>Oferta del río</b> Caudal del del canal principal margen izquierda del río Tumbes.</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada - Descriptiva</p> <p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Población</b> La población del estudio es toda infraestructura hidráulica en el distrito de corrales, provincia Tumbes.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b> El cálculo de la demanda de agua contribuirá significativamente para el abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal y Malval, distrito de Corrales, provincia de Tumbes.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b> El cálculo de la demanda de agua contribuirá significativamente para el abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal y Malval, distrito de Corrales, provincia de Tumbes.</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b> Calcular la demanda de agua de los sectores Pechichal y Malval</p>	<p><b>Canal abierto</b> Canal abierto con fines de abastecimiento de agua para riego</p>	<p><b>Muestra:</b> La muestra estará conformada por la línea de conducción de los sectores Pechichal y Malval, en el distrito de corrales, provincia Tumbes, departamento Tumbes.</p>
<p>El diseño hidráulico de la línea de conducción con concreto contribuirá significativamente</p>	<p>El diseño hidráulico de la línea de conducción con concreto contribuirá significativamente</p>	<p>Realizar el diseño hidráulico de la línea de conducción con concreto</p>		<p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b></p>

para el abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal y Malval, distrito de Corrales, provincia de Tumbes.	para el abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal y Malval, distrito de Corrales, provincia de Tumbes.		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recopilación documental</li> <li>- Fichas de recolección.</li> </ul>
El diseño de la sección de máxima eficiencia hidráulica contribuirá significativamente para el abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal y Malval, distrito de Corrales, provincia de Tumbes.	El diseño de la sección de máxima eficiencia hidráulica contribuirá significativamente para el abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal y Malval, distrito de Corrales, provincia de Tumbes.	Realizar el diseño de la sección de máxima eficiencia hidráulica	

Nota. Elaboración propia.

## Anexo 2

### Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnica e Instrumento
<b>Variable Independiente:</b> Abastecimiento de agua para riego	<p>Se define como el sistema que permite llevar a los usuarios en mejores condiciones la cantidad de agua para fines de riego.</p> <p>Donde este abastecimiento de agua para riego, se obtiene mediante la captación del canal principal margen izquierda del río Tumbes.</p>	<b>Demanda de agua</b>  <b>Oferta del río</b>	<p>Caudal demandado</p> <p>Caudal del canal principal margen izquierda del río Tumbes.</p>	<p>Recopilación documental /</p> <p>Fichas de registros</p>
<b>Variable Dependiente:</b> Línea de conducción	<p>Se define como componente que transporta la cantidad de agua. En caso será un canal abierto.</p>	<b>Canal abierto</b>	<p>Canal abierto con fines de abastecimiento de agua para riego</p>	<p>Observación /</p> <p>Fichas de registros</p>

Nota. Elaboración propia.

### Anexo 3

Canal margen izquierda el canal principal



Nota. Tomada por el tesista.

#### Anexo 4

##### Estructura de retención



Nota. Tomada por el tesista. La estructura del frente es la retención que usan para aumentar el nivel del agua y así pueda entrar agua a la compuerta que es la estructura pequeña que está a la mano derecha

## Anexo 5

Señalando la compuerta



Nota. Tomada por el tesista.