



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el Distrito
de Aucallama - Huaral, 2024**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autoras

Eveling Patricia Espinoza Núñez
Carla Yohari Martín Romualdo

Asesor

Mtro. Christian Benavente León

Huacho - Perú

2026


CHRISTIAN BENAVENTE LEÓN
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. N° 179838



Reconocimiento – No Comercial – Sin derivados – Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar se realizaron los cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con modificado. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Eveling Patricia Espinoza Núñez	46668207	14/07/2026
Carla Yohari Martin Romualdo	71512744	14/07/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Mtro. Christian Benavente Leon	72228127	https://orcid.org/0000-0003-2416-4301
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS - PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Mtro. Jorge Antonio Sanchez Guzman	17829652	https://orcid.org/0000-0002-2387-2296
Mtro. Oscar Arturo Collantes Diaz	15647557	https://orcid.org/0000-0002-3859-4209
Mtro. Jaime Ulices Romeo Menacho	32930138	https://orcid.org/0000-0003-0876-7727

ESPINOZA EVELING _MARTIN CARLA 2026-048967;...

DISEÑO DEL CANAL DE RIEGO MIRAFLORES PARA POTENCIAR LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL DISTRITO DE AUC...

UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026 FIC

UNIDAD DE INVESTIGACION JUNIO 2026

Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3600320205

Fecha de entrega

23 jun 2026, 9:39 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

23 jun 2026, 9:46 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR_DE_TESIS.pdf

Tamaño del archivo

3.4 MB

118 páginas

16.740 palabras

98.799 caracteres



Página 2 de 125 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3600320205

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

17%  Fuentes de Internet

2%  Publicaciones

9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedicado con profundo amor y gratitud a mis padres y hermano por sus consejos, y apoyo constante, que han sido pilares fundamentales en mi formación personal y profesional. Su ejemplo de perseverancia y compromiso me inspira a seguir adelante con firmeza y convicción.

Eveling Patricia Espinoza Núñez

Con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis a mis hijos Sofía y Daniel, quienes son mi fuente inagotable de motivación y la razón que me impulsa a superarme cada día, con el firme propósito de ser siempre un ejemplo para ellos.

A mi compañero de vida, por confiar en mi capacidad y brindarme su apoyo constante; aun en los momentos difíciles, su ánimo y compañía han sido fundamentales para seguir adelante.

A mis amados padres, Luz Romualdo y Carlos Martín, por sus palabras de aliento que me sostuvieron en cada etapa de este camino.

Y finalmente, a todas las personas que me han acompañado con su apoyo moral y afectivo, contribuyendo al bienestar de mi formación profesional.

Carla Yohari Martin Romualdo

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme salud y la dicha de compartir la vida
junto a mi familia, siendo siempre mi guía y fortaleza.

A mis padres, por los valores inculcados desde la infancia y
que han orientado cada paso de mi formación personal y
profesional.

A mi asesor académico, Mtro. Christhian Benavente León, por
su dedicación, por los conocimientos transmitidos y por el
valioso tiempo brindado en este proceso.

Eveling Patricia Espinoza Núñez.

Mi agradecimiento sincero al asesor de tesis Mtro. Christhian
Benavente León por la confianza depositada en mí, por los
consejos y enseñanzas durante todo este tiempo.

Mi gratitud es también con la Escuela de Ingeniería Civil de la
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, gracias a
los docentes porque sus enseñanzas constituyeron los cimientos
de mi vida profesional.

Carla Yohari Martin Romualdo.

ÍNDICE

CARÁTULA	
LICENCIA DE CREATIVE COMMONS	
DATOS DE LOS AUTOR, ASESOR Y JURADO (METADATOS)	
RESULTADO DEL ÍNDICE DE SIMILITUD DEL REPORTE DE ORIGINALIDAD	
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	17
1.2 Formulación del problema.....	19
1.2.1 Problema general.....	19
1.2.2 Problemas específicos.....	19
1.3 Objetivos de la investigación	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Justificación de la investigación	20
1.4.1 Justificación Práctica	20
1.4.2 Justificación Teórica	20
1.4.3 Justificación Social	21

1.5 Delimitaciones del estudio	21
1.5.1 Delimitación espacial.....	21
1.5.2 Delimitación temporal.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1 Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1 Investigaciones internacionales	22
2.1.2 Investigaciones nacionales.....	24
2.2 Bases teóricas.....	27
2.2.1 Canal.....	27
2.2.1.1 Tipos de canales.....	27
2.2.1.1.1 Según su origen.	27
2.2.1.1.2 Según su geometría.....	28
2.2.1.2 Geometría del canal.....	28
2.2.1.3 Tipos de escurrimiento en canales	30
2.2.1.3.1 Flujo permanente.....	30
2.2.1.3.2 Flujo no permanente.....	31
2.2.1.3.3 Flujo uniforme	31
2.2.1.3.4 Flujo variado	32
2.2.1.3.5 Flujo laminar	33
2.2.1.3.6 Flujo turbulento.....	33
2.2.1.4 Diseño de canales	33
2.2.1.4.1 Diseño de canales revestidos (no erosionables).....	33
2.2.1.4.2 Velocidad mínima permisible	34
2.2.1.4.3 Pendiente del canal	35
2.2.1.4.4 Los taludes o pendientes laterales (m)	35

2.2.1.4.5	<i>Borde libre</i>	36
2.2.1.4.6	<i>Secciones de máxima eficiencia hidráulica</i>	37
2.2.1.4.7	<i>Diseño de canales erosionables</i>	37
2.2.1.4.8	<i>Pendiente longitudinal</i>	39
2.2.1.4.9	<i>Pendiente límite</i>	39
2.2.2	Gestión del agua	39
2.2.2.1	<i>Disponibilidad del agua en el Sector de Miraflores Norte</i>	40
2.2.2.2	<i>Incremento de la producción agrícola</i>	41
2.2.2.2.1	<i>Cultivos</i>	41
2.3	Definición de términos básicos	41
2.4	Formulación de la hipótesis	44
2.4.1	Hipótesis general	44
2.4.2	Hipótesis específica	44
2.5	Operacionalización de las variables	45
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		46
3.1	Diseño metodológico	46
3.1.1	Tipo de investigación	46
3.1.3	Diseño de investigación	46
3.1.4	Enfoque de investigación	47
3.2	Población y muestra	47
3.2.1	Población	47
3.2.2	Muestra	47
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.3.1	Técnica	48
3.3.2	Instrumento	49

3.4	Técnicas para el procedimiento de la información.....	49
3.4.1	Validez.	49
3.5	Matriz de consistencia.....	50
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		52
4.1	Análisis e interpretación de resultados.....	52
4.1.1	Área de Influencia del Proyecto – Diseño del Canal de Miraflores	52
4.1.2	Situación Actual de la Infraestructura de Riego	53
4.1.3	Topografía de zona del proyecto	54
4.1.4	Diseño Hidráulico del Canal de Miraflores.....	57
4.1.5	Diseño de obras complementarias	63
4.1.5.1	<i>Diseño hidráulico de una transición de entrada.....</i>	<i>63</i>
4.1.1.1	<i>Diseño hidráulico de una rápida</i>	<i>69</i>
4.1.1.2	<i>Diseño de las Alcantarillas</i>	<i>79</i>
4.1.1.3	<i>Diseño de las Tomas Laterales</i>	<i>84</i>
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....		89
5.1	Discusión de resultados	89
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES		91
6.1	Conclusiones.....	91
6.2	Recomendaciones.....	93
REFERENCIAS		94
6.3	Fuentes documentales	94
6.4	Fuentes bibliográficas	95
6.5	Fuentes electrónicas	95
ANEXOS		96
	Anexo1: Instrumento para la toma de datos	96

Anexo 3: Validación de instrumentos – Experto 2	99
Anexo 4: Validación de instrumentos – Experto 3	101
Anexo 5. Resumen de la validación mediante Juicio de Expertos	103
Anexo 6. Plano de ubicación	104
Anexo 7. Plano Topográfico	105
Anexo 8. Plano de Planta del Canal Miraflores L1-Norte	106
Anexo 9. Plano de de Corte del Canal Miraflores L1-Norte	107
Anexo 9. Panel Fotográfico	108
Anexo 10: Hojas de cálculo de las obras hidráulicas	112

Índice de figuras

Figura 1 Canal Trapezoidal.....	27
Figura 2 Tipos de canal según su geometría.....	29
Figura 3 Elementos estructurales de un canal.....	30
Figura 4 Flujo Permanente.....	31
Figura 5 Flujo no permanente.....	31
Figura 6 Flujo uniforme.....	32
Figura 7 Flujo variado.....	32
Figura 8 Flujo gradual y rápidamente variado.....	32
Figura 9: Localización del Canal de Miraflores	52
Figura 10 Inicio y término del Canal de Miraflores	53
Figura 11 Canal Actual L1 - Miraflores Norte	54
Figura 12 Canal Miraflores - Cota 2,000.00 m	56
Figura 13: Levantamiento topográfico del Canal de Miraflores - 2+000 - 4+000.....	56
Figura 14: Vista del canal de riego Miraflores Norte - Primera etapa.....	57
Figura 15: Resultados hidráulicos del Canal de Riego Miraflores (tramo +2400)	63
Figura 16: Transición.....	64
Figura 17: Resultados hidráulicos del Canal de Riego Miraflores - Segunda etapa.....	65
Figura 18: Parámetros hidráulicos de la rápida	65
Figura 19: Transición de flujo supercrítico a subcrítico en el Canal de Miraflores	69
Figura 20: Diseño estructural de vertedero para control de caudales	69
Figura 21: Parámetros de flujo supercrítico en la rápida del Canal de Miraflores	72
Figura 22: Resultados de la transición de entrada en flujo subcrítico	78
Figura 23: Infraestructura de alcantarilla para conducción de caudales	79
Figura 24: Componentes principales de una alcantarilla de concreto.....	79
Figura 25: Parámetros hidráulicos para dimensionamiento de tuberías	80
Figura 26: Diseño y componentes de una toma lateral.....	85

Índice de Tablas

Tabla 1 Taludes recomendados en canales contruidos en varias clases de materiales	35
Tabla 2 Bordes libres con relación al caudal	36
Tabla 3 Bordes libres con relación al ancho de solera	36
Tabla 4 Velocidades admisibles para diversos materiales	38
Tabla 5 Velocidades admisibles para diversos materiales	39
Tabla 6 Descargas del Río Chancay y Huaral.....	40
Tabla 7 Operacionalización de variables e indicadores	45
Tabla 8: Población	47
Tabla 9: Juicio de expertos.....	49
Tabla 10 Matriz de consistencia.....	50
Tabla 11 Borde Libre en función al ancho de solera.....	61
Tabla 12 Ancho de Solera	62

RESUMEN

Objetivo: Diseñar el Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión eficiente y sostenible del agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.

Metodología: Se utilizó un enfoque básico, de nivel descriptivo y diseño no experimental de tipo transeccional; la población de interés constituida por 226 pobladores del Centro Poblado Miraflores; para el diseño del Canal de Miraflores se empleó como instrumento, un cuestionario técnico validado a través del juicio de expertos. **Resultados:** Se procedió con el diseño estructural e hidráulico del Canal de Miraflores constituido desde la cota 1+040 a 4+000, con una longitud total de 2960 metros lineales, con un ancho de solera de 0.90 m., con un tirante de agua de 0.5360 m., con una pendiente de canal de 0.002 m/m ó 0.2 % de flujo subcrítico, y revestido con concreto de resistencia $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$. Así también, se determinó el diseño de obras de arte complementarias, como la construcción de una transición de entrada, 1 rápida, 1 transición de salida, 8 unidades de alcantarillas de concreto y diez Tomas laterales.

Conclusiones: Se planteó el mejoramiento y continuidad del diseño del canal de Miraflores Norte, en su segunda etapa con una longitud de 2,960.00 m. el cual será de sección trapezoidal con ancho de solera $b = 0.90 \text{ m}$, tirante $y = 0.55 \text{ m}$., espejo de agua $t = 1.45 \text{ m}$., espesor $e = 0.10 \text{ m}$. con pendiente 0.002 m/m (flujo subcrítico) revestido con concreto simple $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$. la ejecución de esta obra beneficiará a 350.00 hectáreas, que repercutirá positivamente en la población del centro Poblado San José de Miraflores y que permitirá incrementar la producción y productividad agrícola en la comisión de usuarios San José-Miraflores Norte.

Palabras claves: diseño hidráulico, canal, solera, tomas laterales, pendiente.

ABSTRACT

Objective: To design the Miraflores Irrigation Canal in order to enhance efficient and sustainable water management in the district of Aucallama – Huaral, 2024.

Methodology: A basic approach was applied, with a descriptive level and a non-experimental, cross-sectional design. The target population consisted of 226 residents of the Miraflores Rural Community. For the canal design, a technical questionnaire validated through expert judgment was used as the main instrument. **Results:** The structural and hydraulic design of the Miraflores Canal was developed from station 1+040 to 4+000, with a total length of 2960 linear meters, a bed width of 0.90 m, a water depth of 0.5360 m, a canal slope of 0.002 m/m under subcritical flow conditions, and lined with concrete of strength $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$. Complementary hydraulic structures were also designed, including an inlet transition, one chute, one outlet transition, eight concrete culverts, and ten lateral intakes. **Conclusions:** The improvement and continuation of the Miraflores Norte Canal design was proposed in its second stage, with a length of 2960.00 m. This section will have a trapezoidal cross-section with a bed width $b = 0.90 \text{ m}$, water depth $y = 0.55 \text{ m}$, water surface width $t = 1.45 \text{ m}$, lining thickness $e = 0.10 \text{ m}$, and a slope of 2 m/m (subcritical flow), lined with plain concrete $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$. The execution of this project will benefit 350.00 hectares, positively impacting the population of San José de Miraflores and increasing agricultural production and productivity within the San José–Miraflores Norte Users' Commission.

Keywords: hydraulic design, canal, bed width, lateral intakes, slope.

INTRODUCCIÓN

El proyecto del Diseño del Canal de Riego Miraflores en su segunda etapa surge como respuesta a la necesidad de mejorar la eficiencia en la conducción del agua y a fortalecer la sostenibilidad de las prácticas agrícolas en la zona. La propuesta se sustenta en un enfoque metodológico de carácter descriptivo y no experimental, apoyado en la participación de la comunidad local y en la validación técnica de expertos. A través de este proceso, se busca no solo garantizar la viabilidad estructural e hidráulica del canal, sino también promover un impacto positivo en la productividad agrícola y en la calidad de vida de los habitantes del Centro Poblado San José de Miraflores. **Propósito:** Optimizar la distribución del agua de riego, reduciendo pérdidas y asegurando un flujo constante y controlado hacia las áreas agrícolas; fortalecer la infraestructura hidráulica local, mediante el diseño estructural e hidráulico del canal y la incorporación de obras complementarias. **Importancia:** Porque constituye una inversión de largo plazo que no solo responde a una necesidad inmediata de mejorar el riego, sino que también fortalece el desarrollo socioeconómico y ambiental de la región, consolidando un modelo de gestión hídrica replicable en otros sectores con similares demandas. **Problema:** ¿Cómo debe diseñarse el Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión eficiente y sostenible del agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024? **Objetivo:** Diseñar el Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión eficiente y sostenible del agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024. **Alcance:** La investigación de enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y carácter aplicado, se apoyó en un sólido sustento técnico y teórico. Este respaldo permitió cumplir los objetivos planteados y obtener resultados positivos y beneficiosos. **Justificación:** Su justificación es válida porque permitió explicar la necesidad de optimizar el uso del recurso hídrico en una zona de alto potencial agrícola, pero con limitada disponibilidad de agua. **Hipótesis:** El diseño del Canal de Riego Miraflores permitirá mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la gestión del agua en Aucallama – Huaral, 2024. **Metodología:** La

investigación adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y con nivel descriptivo; El diseño utilizado fue no experimental de tipo transeccional. La población de estudio estuvo compuesta por 226 pobladores del Centro Poblado de Miraflores. La muestra, determinada mediante un porcentaje estadístico, consistió en 68 usuarios de la Junta de Usuarios de Aucallama. Para recopilar los datos técnicos se utilizó la observación en campo, así como, el estudio de suelos, plano topográfico, e informes de la Autoridad Nacional del Agua.

Estructura: El primer capítulo, incluye la descripción de la situación problemática relacionada con la limitada disponibilidad de agua y el mejoramiento y continuidad de la infraestructura actual del canal de Miraflores. Se presentan los criterios de interpretación de las variables vinculadas a la gestión hídrica y la productividad agrícola. En el capítulo segundo, se detallan investigaciones similares sobre proyectos de canales de riego, junto con las bases teóricas que sustentan el diseño hidráulico y estructural. Se exponen las hipótesis de investigación y se analizan los aportes de la doctrina nacional y comparada en materia de gestión de recursos hídricos. El tercer capítulo describe el enfoque metodológico aplicado (descriptivo, no experimental y transeccional), la población de estudio conformada por los pobladores del Centro Poblado Miraflores, y los instrumentos utilizados, como el cuestionario técnico validado por expertos. El capítulo cuarto; se presenta el diseño estructural e hidráulico del canal, especificando dimensiones, materiales, pendientes y revestimiento. Se incluyen las obras complementarias, con el apoyo de planos, tablas y esquemas técnicos. El capítulo quinto, se expone la discusión de los resultados obtenidos del diseño y su impacto esperado en la eficiencia del riego. El sexto capítulo, se resume los principales hallazgos, destacando la importancia del proyecto para el desarrollo agrícola y social de la zona. Se plantean recomendaciones para la ejecución de la segunda etapa del canal y para futuras investigaciones en gestión hídrica. Finalmente, se incluye el material bibliográfico y electrónico consultado, así como anexos técnicos (planos, cálculos hidráulicos, cuestionarios aplicados).

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La conservación del recurso hídrico es un aspecto clave para asegurar la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las generaciones futuras. En ese sentido, resulta fundamental mejorar los sistemas de distribución de agua, ya que una gestión ineficiente incrementa las pérdidas y limita su disponibilidad para las actividades productivas.

A nivel nacional, la presión que ejerce la actividad minera en las regiones altoandinas pone en evidencia la necesidad de proteger los recursos hídricos destinados al riego, los cuales son esenciales para el desarrollo de la agricultura y la ganadería. En la Región Lima, esta problemática se ve agravada por la persistencia de condiciones de pobreza y extrema pobreza, lo que refuerza la importancia de promover proyectos orientados a mejorar el desarrollo socioeconómico a través de una adecuada gestión del agua.

En el ámbito local, el centro poblado de Miraflores Norte, ubicado en el distrito de Aucallama, provincia de Huaral, cuenta con tierras de alto potencial agrícola, favorecidas por la disponibilidad hídrica del río Chancay. No obstante, el canal L1 Miraflores Norte, de sección trapezoidal irregular y construido mayoritariamente en tierra, presenta filtraciones y una baja eficiencia en la conducción del agua. Estas deficiencias limitan el riego efectivo de las parcelas y reducen la productividad agrícola.

Si bien en el año 2022 se logró revestir aproximadamente 1,00 km del canal con concreto, aún existen tramos que permanecen como canales a tajo abierto. Esta situación se explica porque el sistema de riego de Miraflores no corresponde a una sola línea de conducción, sino a una red compleja conformada por canales principales, secundarios y

terciarios. En este contexto, el canal matriz y los ramales principales, como el L1, han concentrado la mayor parte de la inversión; sin embargo, se estima que todavía quedan pendientes de revestir entre 5 y 7 kilómetros de canales principales y secundarios de alto caudal para lograr la estabilización del sistema troncal. Además, al considerar los canales menores y laterales que conducen el agua directamente hacia las parcelas, la extensión pendiente de intervención resulta considerablemente mayor. Muchas de estas acequias continúan siendo de tierra y su mantenimiento depende, en gran medida, de las faenas comunales y del presupuesto anual de la Comisión de Usuarios.

En este escenario, se evidencia la necesidad de ejecutar labores de mantenimiento en el canal de riego administrado por la Comisión de Usuarios San José. Se ha verificado que el canal L1 – Miraflores Norte presenta condiciones de conservación regulares, así como una sección transversal no uniforme, con variaciones de ancho a lo largo de su recorrido. Estas características, sumadas al tipo de material constructivo, generan una baja eficiencia en la conducción del agua y un riego deficiente.

Cabe señalar que, de las aproximadamente 350 hectáreas disponibles en la zona, solo 220 hectáreas se encuentran actualmente bajo riego efectivo, considerando tanto la primera campaña como la complementaria.

En este contexto, el proyecto plantea la mejora del canal de riego Miraflores Norte mediante un diseño hidráulico y estructural que permita incrementar la eficiencia de conducción, atender adecuadamente la demanda hídrica y contribuir al desarrollo agrícola sostenible de la zona.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo debe diseñarse el Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión eficiente y sostenible del agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Qué parámetros hidráulicos son necesarios para el óptimo diseño del Canal de Riego Miraflores que garantice un adecuado caudal y reduzca pérdidas de agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024?
2. ¿Qué características constructivas y estructurales debe presentar la infraestructura del Canal de Riego Miraflores para asegurar durabilidad, facilidad de mantenimiento y eficiencia operativa en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024?
3. ¿Qué impacto tendrá el diseño del Canal de Riego Miraflores en la gestión integral del recurso hídrico y en la mejora de la productividad agrícola del distrito de Aucallama – Huaral, 2024?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar el Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión eficiente y sostenible del agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar los parámetros hidráulicos para el óptimo diseño del Canal de Riego Miraflores, garantizando un adecuado caudal y la reducción de pérdidas de agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.
2. Establecer las características constructivas y estructurales de la infraestructura del Canal de Riego Miraflores que aseguren durabilidad, facilidad de mantenimiento y eficiencia operativa en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.
3. Evaluar el impacto del diseño del Canal de Riego Miraflores en la gestión integral del recurso hídrico y en la mejora de la productividad agrícola del distrito de Aucallama – Huaral, 2024.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación Práctica

La ejecución del proyecto de mejora del canal de riego Miraflores Norte se justifica por la necesidad de optimizar el uso del recurso hídrico en una zona con alto potencial agrícola y limitada disponibilidad de agua. La actual infraestructura del canal L1, construida principalmente en tierra y con una sección no uniforme, genera filtraciones y pérdidas significativas que reducen la eficiencia del riego y afectan el aprovechamiento de las áreas agrícolas disponibles.

1.4.2 Justificación Teórica

El proyecto permitirá mejorar la eficiencia de conducción mediante un diseño hidráulico y estructural adecuado, reduciendo pérdidas de agua y garantizando una distribución más uniforme hacia las parcelas. En el aspecto económico y social, la mejora

del sistema de riego contribuirá a incrementar la superficie agrícola bajo riego efectivo, favoreciendo la productividad, los ingresos de los agricultores y el desarrollo socioeconómico del centro poblado de Miraflores Norte.

1.4.3 Justificación Social

En el aspecto social, la viabilidad del proyecto se confirma debido a que los receptores están representados por la comisión de usuarios San José de Miraflores Norte, la cual es parte integrante de la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chancay Huaral. El propósito principal del uso del agua es para la producción agrícola.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

La investigación se desarrolló con un enfoque de alcance nacional, teniendo como área de análisis específico la localidad de Miraflores Norte, situada en el distrito de Aucallama, provincia de Huaral, en el departamento de Lima.

1.5.2 Delimitación temporal

Su estudio abarcó el diseño del Canal de Riego Miraflores a fin de mejorar la eficiencia del recurso hídrico en el distrito de Aucallama - Huaral, desde el mes de marzo a mayo de 2024.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Villarroel (2021), en la ciudad de San Simón de la Universidad Mayor de San Simón, Bolivia, en su investigación titulada: *Plan de mejoramiento integral del sistema de riego por aspersión en la comunidad de Churo Alto del municipio de Tiraque*, cuyo objetivo fue elaborar y proponer alternativas para el mejoramiento del sistema de riego por aspersión. Tuvo por conclusión que la comunidad se ubica en ámbitos regulares por lo que es necesario una cobertura vegetal considerando la plantación de árboles nativos. (págs. 81-90)

Álvarez y Ríos (2021), en la ciudad de San José de Cúcuta de la Universidad Francisco de Paula Santander, en su investigación titulada *Modelamiento hidráulico y propuesta de canalización de la escorrentía superficial La Bartola que fluye de Sur a Norte en el Área Urbana del Municipio de El Zulia, Norte de Santander*, tuvieron como propósito la realización del modelado hidráulico con el software HEC-RAS del tramo sin revestimiento entre las calles 4ta y 4N en el municipio de El Zulia, una zona que genera riesgo de inundación para las viviendas adyacentes durante el invierno. El estudio utilizó datos topográficos y de suelos reales para evaluar el desbordamiento actual, considerando que el cauce recibe también las aguas de lavado y excesos de la planta de tratamiento de agua potable local. Finalmente, se propuso un diseño de revestimiento óptimo para el canal que garantice la evacuación segura de los caudales pluviales y elimine el riesgo para la comunidad. (págs. 26-95)

Guayasamín y Riofrío (2020), Universidad Politécnico Salesiana, Sede Quito – Ecuador, elaboraron la tesis titulada: *Diseño hidráulico para el mejoramiento y*

rehabilitación del sistema de riego de la Comuna San Vicente Alto, ubicada en la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha-Ecuador, el propósito central de su trabajo fue elaborar un diseño hidráulico fundamentado en la información recopilada, con el fin de optimizar y rehabilitar el sistema de riego de dicha comuna. De acuerdo con ello, pudieron concluir que no se pudo establecer una línea base, ya que no refleja las condiciones hidráulicas del sistema. En su descripción visual mencionaron que las estructuras complementarias se encuentran en buen estado, pero en la conducción principal y secundaria presentan problemas de presión y sedimentación. Según la topografía el sistema recomendable es mantener el riego por aspersión ya que se ajusta a los tipos de cultivos teniendo una eficiencia de aplicación del 85 %. (págs. 72-98)

Aragón, Burbano, Guzmán y Albuja (2018), en su artículo: *Análisis temporal del canal de riego Peribuela y su influencia en los sistemas agrícolas de la comunidad*, tuvieron como objetivo analizar los cambios en el sistema agrícola en el tiempo con el control en la infraestructura del canal, concluyendo que algunos cultivos fueron reemplazados obteniendo un impacto favorable ya que permitió el cultivo de 3 a 16, además, mencionaron que con la participación de la infraestructura esta afecta en el abastecimiento del agua en forma positiva y negativa para la producción agrícola. (págs. 328-333)

Palomino y Toapanta (2015), en la ciudad de Las Cochas- Ecuador de la Universidad Central del Ecuador, realizaron la tesis titulada: *Mejoramiento de la conducción, reservorio y distribución de agua para riego en la Comunidad Las Cochas*, el objetivo principal de su investigación fue optimizar las estructuras hidráulicas vinculadas con la conducción, el reservorio y la distribución del recurso hídrico destinado al riego en dicha comunidad. En sus resultados pudieron concluir tanto el agua como el suelo son aptos para realizar un plan de cultivo en el mejoramiento de la calidad de sus cultivos en el maíz, papas, cebollas, entre

otros. También determinaron el mejoramiento de la calidad de agua de riego colocando un desarenador. Además, identificaron que el riego más eficiente es por aspersión y así evitar las pérdidas en el sistema de distribución consiguiendo el uso racional del agua. (págs. 102-120)

2.1.2 Investigaciones nacionales

Quenaya y Mamani (2025), en la ciudad de Huancayo – Perú, de la Universidad Continental en su trabajo de investigación titulada: *Diseño de canal de riego por gravedad de máxima eficiencia hidráulica en el centro poblado de Pacastiti del distrito de Asillo – Azángaro - Puno*, cuyo objetivo fue proporcionar un servicio eficiente de agua para riego en dicha localidad, mediante el diseño de un canal que optimice el rendimiento hidráulico, la investigación se enmarcó dentro del enfoque descriptivo y aplicativo. Como resultado, se determinó que el canal más adecuado era de sección trapezoidal, con un caudal de diseño de $0.354 \text{ m}^3/\text{s}$, velocidad de 1.136 m/s y talud de 0.577 . Las dimensiones del canal incluyen un ancho de base de 0.42 m y un espejo de agua de 0.98 m , con una rugosidad de 0.014 y una pendiente longitudinal de 0.2% (0.002 m/m). Para garantizar la funcionalidad del sistema, se diseñaron obras de arte complementarias como caídas verticales, tomas laterales y estructuras de retención, asegurando un tirante que mantenga la velocidad adecuada del flujo. El revestimiento propuesto es de concreto simple, con juntas de dilatación cada 2.50 metros. Finalmente, se concluyó que no existe déficit hídrico para el abastecimiento del proyecto, ya que la disponibilidad de la fuente supera ampliamente la demanda estimada. (págs. 58-76)

De La Cruz, S (2021), en la ciudad de Paramonga – Perú, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión en su tesis titulada: *Diseño del Canal Huáncar*

Bajo para la mejora de la disponibilidad hídrica, Paramonga, Barranca, 2021, el propósito de este trabajo fue elaborar un diseño orientado al mejoramiento de la infraestructura del canal de conducción Huáncar Bajo, con la finalidad de garantizar un servicio de riego más eficiente para los cultivos del sector Huáncar, en Paramonga. Con base en los resultados obtenidos, se identificaron diversas carencias, limitaciones y variaciones en el servicio de conducción del agua a través del canal. Asimismo, se evaluó la eficiencia del sistema de riego de Huáncar Bajo, para lo cual se llevaron a cabo estudios de topografía, mecánica de suelos e hidrología, orientados al diseño y posterior construcción de la infraestructura del canal. (págs. 12-63)

Guevara (2020) en la ciudad de Cajamarca – Perú, analizó la disponibilidad de agua a través de la conectividad de lagos, centrándose en el caso específico de Alto Perú-Tumbaden-San Pablo-Cajamarca. El objetivo principal fue determinar la disponibilidad hídrica debido a la conectividad de lagos en la pequeña cuenca de Quebrada Honda, ubicada en el caserío Alto Perú-Tumba de San Pablo-Cajamarca. El estudio se basó en una metodología cuantitativa. Los hallazgos indicaron que la demanda de agua para riego estaba constituida por una asignación hídrica de 150 L/s proporcionada por la Autoridad Local del Agua (ALA) - Alto Jequetepeque, en beneficio del canal 03 Puentes, que abarca una longitud de 4.6 kilómetros y beneficia a 165 hectáreas de tierra y a 35 familias del caserío Alto Perú. En cuanto a la demanda poblacional, se identificó un sistema de abastecimiento de agua limitado que provenía de un manantial detrás del estribo derecho del lago Elvión, el cual atiende a 20 familias (aproximadamente 80 personas en total), con una demanda de caudal máximo horario de 0.12 L/s. Para satisfacer las necesidades humanas, ganaderas y agrícolas durante la estación seca (mayo-septiembre), se estima que el 9% de la precipitación anual, equivalente a 142.5 mm, es aprovechable. Por otro lado, durante la estación lluviosa (octubre-abril), el 91% de la precipitación, es decir,

1392.4 mm, se utiliza. Estos resultados revelan una escasez de agua durante la estación seca, con un flujo libre de agua que discurre por la microcuenca de Quebrada Honda, la cual tiene un volumen aproximado de 22.2 Hm³ de agua. Sin embargo, durante el periodo de lluvias, los caudales aumentan y la microcuenca de Quebrada Honda se ve afectada por terceros, con un caudal de 150 litros por segundo proveniente del canal 03 Puentes. (págs. 120-125)

Ipurre (2019), en la ciudad de Lima de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en su Tesis titulada: Mejoramiento del sistema de riego para el sector Llushcapampa baja, distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, Región Cajamarca, el objetivo principal fue incrementar la eficiencia en la aplicación del riego. Entre sus conclusiones, se planteó que para asegurar la sostenibilidad del sistema mejorado era necesario establecer módulos temáticos sobre operación y mantenimiento del riego presurizado, acompañados de programas de capacitación para los usuarios y la asignación de utilidades netas destinadas a cubrir los costos de operación y mantenimiento. El diseño propuesto permite atender la máxima demanda hídrica de los cultivos previstos, garantizando al menos 5,49 hectáreas de producción continua durante todo el año, lo que contribuye al sustento de animales menores y a la mejora de la calidad alimentaria de la población local. (págs. 41-48)

Llerena (2017), en la ciudad de Trujillo de la Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad; en su Tesis de grado titulada *Mejoramiento del sistema de riego del canal Shumin - San Benito, sector San Benito, caserío de Coina, Distrito de Usquil - Otuzco La Libertad*, el objetivo principal fue optimizar el sistema de riego del canal Shumin – San Benito en dicho sector. Entre sus conclusiones se estableció que la intervención en la infraestructura debía realizarse entre los meses de agosto y diciembre, periodo

caracterizado por la escasez de agua (estiaje). Al ejecutar el mejoramiento en el tramo de 3,133.30 m, según lo previsto en el proyecto, se garantizaría la disponibilidad anual del recurso hídrico, permitiendo incrementar la superficie agrícola en época de estiaje de 38,33 ha a 54,75 ha, lo que favorece la producción de tierras con aptitud agrícola. (págs. 60-68)

2.2 Bases teóricas

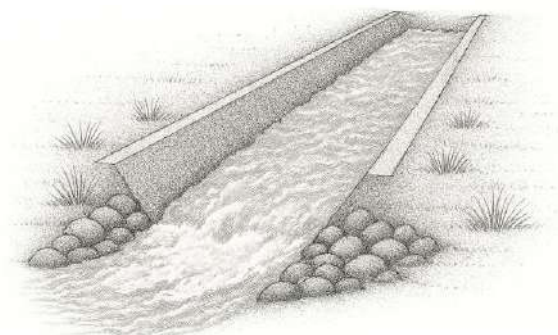
2.2.1 Canal

Villón (2008) indica que:

Los canales se entienden como estructuras de conducción, abiertas o cerradas, a través de las cuales el agua circula por acción de la gravedad, sin estar sometida a presión, dado que su superficie permanece en contacto con la atmósfera. En consecuencia, el desplazamiento del recurso hídrico ocurre de manera natural, impulsado por la presión atmosférica y el peso propio del agua. (pág. 15)

Figura 1

Canal Trapezoidal



Nota. Tomada de (Rocha, 2007, pág. 3)

2.2.1.1 Tipos de canales.

2.2.1.1.1 Según su origen.

Naturales.

Los canales naturales comprenden todos los cursos de agua presentes en la superficie terrestre, desde arroyos de menor tamaño hasta ríos de gran magnitud, abarcando una amplia diversidad de escalas. El estudio de estos cauces forma parte de la rama de la hidráulica aplicada conocida como Hidráulica de Ríos o Ingeniería de Ríos. (Chereque, 1987, pág. 4)

Artificiales

Chereque (1987) indica que los canales artificiales son aquellos creados por seres humanos. Estos incluyen:

- Los canales de conducción utilizados en proyectos de riego, plantas hidroeléctricas, sistemas de suministro de agua potable, entre otros.
- Los canales de navegación;
- Los canales de alcantarillado y de drenaje (urbano, vial y agrícolas)
- Canales de corriente contruidos con fines de estudio experimental en laboratorios.

2.2.1.1.2 Según su geometría

Canal prismático y no prismático. Un canal se considera prismático cuando su sección transversal y pendiente de fondo son constantes. Si estas condiciones no se cumplen, el canal se considera no prismático. (Chereque, 1987, pág. 5)

2.2.1.2 Geometría del canal

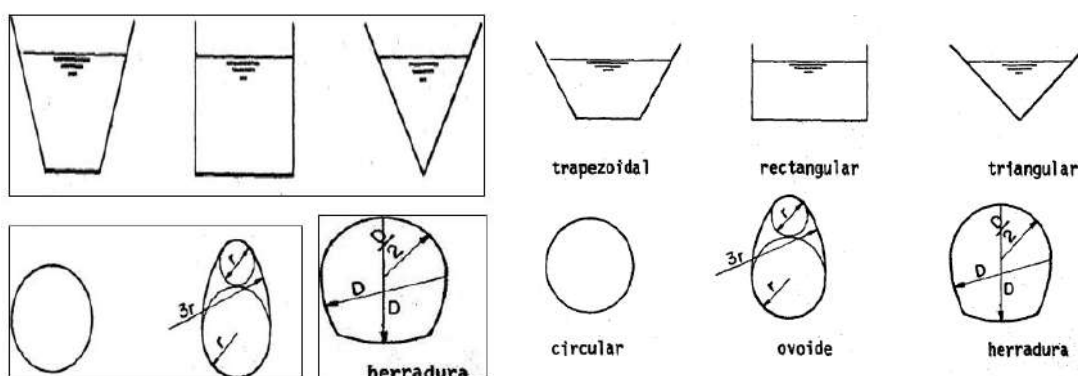
En el estudio de los canales de riego, la sección del canal suele considerarse como el corte realizado en la dirección del flujo del agua, el cual permite analizar su comportamiento hidráulico. Por su parte, la sección vertical corresponde al plano que atraviesa el fondo del canal en sentido vertical, y se utiliza principalmente para evaluar la forma y dimensiones de la conducción. En la práctica, los cauces naturales presentan secciones transversales irregulares, ya que su configuración depende de factores como la naturaleza del suelo, los

procesos de erosión y el régimen de caudales. Entre las formas más utilizadas en este tipo de canales se encuentran las secciones geométricas regulares, cuya elección responde a criterios hidráulicos, constructivos y económicos.

- Trapezoidal, común en canales de conducción excavados, ya que ofrece mayor estabilidad a las paredes laterales.
- Rectangular, se emplea principalmente en canales construidos en concreto o madera, y también en canales de menor tamaño excavados en roca o revestidos con concreto o albañilería de piedra, debido a la facilidad de ejecución y control geométrico.
- Triangular, se utiliza generalmente en canales pequeños destinados al drenaje vial, como las cunetas, donde se requiere evacuar caudales reducidos de manera eficiente.

Figura 2

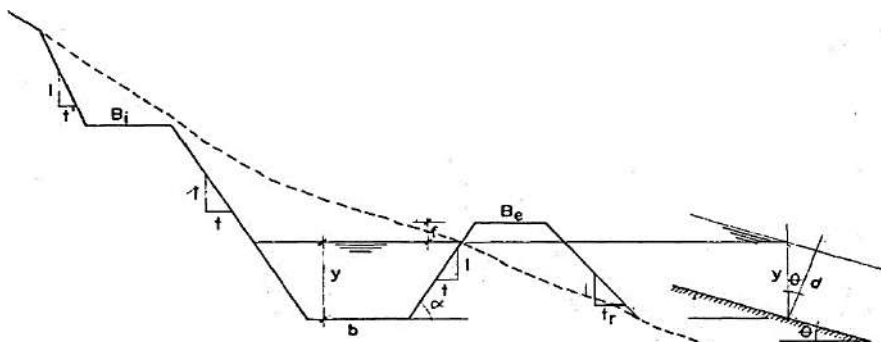
Tipos de canal según su geometría



Nota. Tomada de (Chereque, 1987)

La configuración de la sección del canal está determinada por diversos componentes.

La descripción se centrará en la sección vertical de un canal de forma trapezoidal.

Figura 3*Elementos estructurales de un canal*

Nota. Tomada de (Chereque, 1987, pág. 6)

Donde:

- d** : Profundidad de la sección. Se verifica $d = y * \cos\theta$ ó $d = y$ en los canales de pequeña pendiente, cota de la S.L = cota del fondo + y.
- b** : Ancho del fondo.
- t** : Talud de la pared $Cot\alpha = (\Delta H)/(\Delta V)$
- T** : Ancho superficial $= b + 2ty$
- A** : Área mojada $b * y + t * y^2$
- P** : Perímetro mojado $= b + 2y\sqrt{1 + t^2}$
- R** : Radio hidráulico $= A/P$
- O** : Profundidad hidráulica $= A/T$
- f** : Freeboard o margen libre.
- Be** : Ancho de la banqueta exterior.
- Bi** : Ancho de la banqueta interior.

El freeboard se define como la distancia vertical existente entre la lámina libre de agua y el borde superior del canal. (Ven Te, 1994, pág. 89)

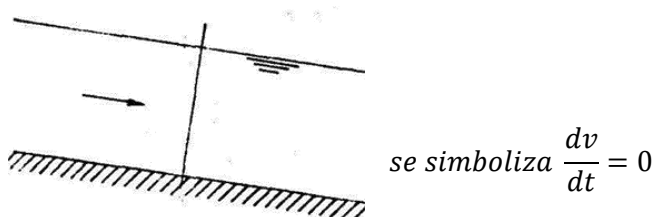
2.2.1.3 Tipos de escurrimiento en canales

2.2.1.3.1 Flujo permanente

Cuando el flujo es constante, las propiedades hidráulicas en una sección del canal se mantienen invariables en el tiempo, incluyendo el caudal, la velocidad media, la profundidad del agua, entre otras. (Chereque, 1987, pág. 2)

Figura 4

Flujo Permanente



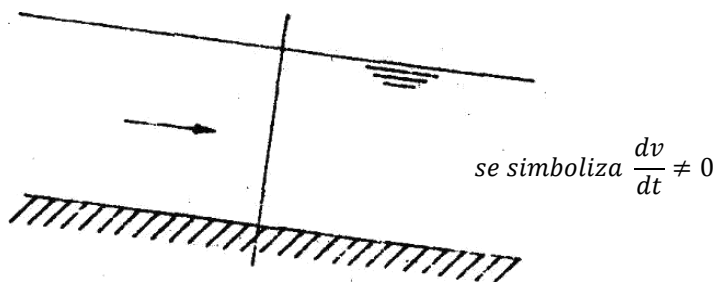
Nota. Tomada de (Chereque, 1987)

2.2.1.3.2 Flujo no permanente

Cuando el flujo es transitorio, las propiedades hidráulicas en una sección del canal varían en el tiempo; esto significa que el caudal, la velocidad media, la profundidad del agua, entre otros, no permanecen constantes. (Chereque, 1987, pág. 3)

Figura 5

Flujo no permanente



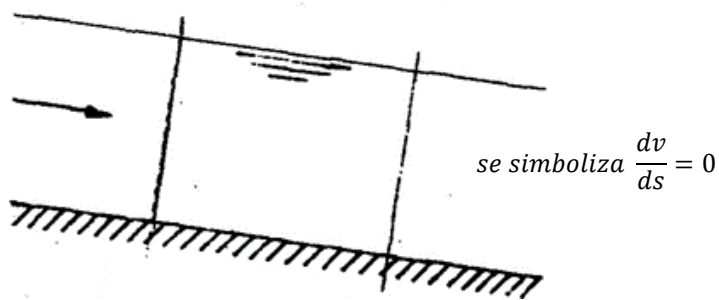
Nota. Tomada de (Chereque, 1987)

2.2.1.3.3 Flujo uniforme

Aquel flujo cuyas características hidráulicas permanecen constantes en todo su recorrido.

Figura 6

Flujo uniforme



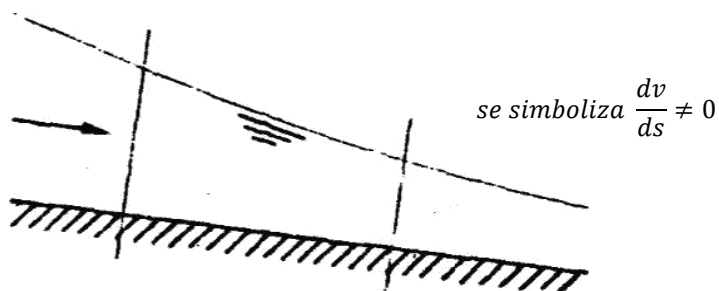
Nota. Tomada de (Chereque,1987)

2.2.1.3.4 Flujo variado

En el caso del flujo no uniforme, las propiedades hidráulicas del agua varían a lo largo del canal y no permanecen constantes en su recorrido. (Chereque, 1987)

Figura 7

Flujo variado

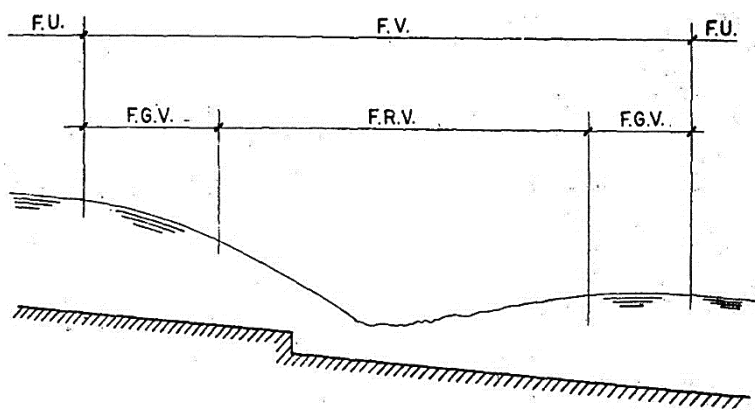


Nota. Tomada de (Chereque,1987)

En el flujo no permanente, las variaciones pueden manifestarse de manera progresiva o súbita, dando lugar respectivamente al flujo gradualmente variado y al flujo rápidamente variado, tal como se aprecia en el ejemplo siguiente. (Chereque, 1987, *pág.* 15)

Figura 8

Flujo gradual y rápidamente variado



Nota. Dentro del flujo no permanente se distinguen tanto los casos de flujo gradualmente variado como aquellos de flujo rápidamente variado. Tomada de (Chereque,1987)

2.2.1.3.5 Flujo laminar

El flujo laminar es poco común y ocurre cuando la velocidad del agua en el canal es extremadamente baja. Se caracteriza por un número de Reynolds (Re) menor que 500, calculado con respecto al radio hidráulico. (Rocha, 2007, pág. 12)

2.2.1.3.6 Flujo turbulento

En el flujo turbulento no hay un valor específico de número de Reynolds (Re) que defina claramente la transición a un flujo turbulento, pero se toma comúnmente el valor de 4,000 como referencia para tuberías, lo que equivale a un valor de aproximadamente 1,000 en el caso de canales. (Rocha, 2007, pág. 16)

2.2.1.4 Diseño de canales

2.2.1.4.1 Diseño de canales revestidos (no erosionables)

En el caso de canales artificiales construidos con materiales resistentes logran soportar la erosión de manera adecuada, por lo que se consideran relativamente seguros frente a este fenómeno. En cambio, los canales sin revestir tienden a ser más vulnerables a

la erosión, salvo aquellos excavados directamente sobre bases sólidas, como lechos rocosos. Al diseñar un canal, es necesario tener en cuenta múltiples factores. Entre ellos se encuentra la calidad del material que forma el canal, ya que de ello depende el coeficiente de rugosidad, el cual influye en la velocidad y estabilidad del flujo. También se considera la velocidad mínima del agua, importante para evitar la sedimentación cuando el líquido transporta sedimentos o desechos. Otros elementos clave son la pendiente del fondo y de las paredes laterales, el margen de seguridad que permita prevenir fallas estructurales, y la selección de la sección transversal más eficiente, la cual puede determinarse a partir de métodos hidráulicos o empíricos, dependiendo de las condiciones específicas del canal y del terreno. (Rodríguez, 2008, pág. 70)

La función principal de los recubrimientos en canales construidos artificialmente es evitar procesos erosivos. En ciertos casos, también cumplen el papel de reducir pérdidas de agua por infiltración. En este tipo de estructuras, la velocidad límite que no genera erosión puede dejar de ser un factor crítico siempre que el flujo no transporte sedimentos como arena, grava o piedras. No obstante, cuando se prevén corrientes de gran intensidad, debe considerarse que el movimiento del agua puede llegar a desajustar los bloques del revestimiento. Por ello, el diseño debe contemplar esta eventualidad y estar preparado para resistirla. (Rodríguez, 2008, pág. 70)

2.2.1.4.2 Velocidad mínima permisible

La llamada velocidad mínima permisible, o no sedimentaria, es aquella que evita tanto la sedimentación como la aparición de vegetación acuática. Su valor no es fijo y resulta complejo de determinar. En aguas decantadas o sin limo, este factor solo cobra relevancia frente al crecimiento de plantas. Se aconseja mantener una velocidad promedio de 0,61 a

0,91 m/s en canales con bajo contenido de limo, y al menos 0,76 m/s para impedir la formación de vegetación que reduzca la capacidad hidráulica. (Rodríguez, 2008, pág. 71)

2.2.1.4.3 Pendiente del canal

La inclinación longitudinal del fondo de un canal (S_o) se define principalmente por la topografía del terreno y la energía necesaria para el movimiento del agua. Además, este parámetro depende de la finalidad de la obra hidráulica. En el caso de canales destinados a irrigación, suministro de agua, minería hidráulica o generación hidroeléctrica, se requiere que el nivel en el punto de entrega sea elevado. Por ello, resulta conveniente diseñar pendientes reducidas que minimicen las pérdidas de altura. (Rodríguez, 2008, pág. 71)

2.2.1.4.4 Los taludes o pendientes laterales (m)

Las pendientes laterales de un canal están condicionadas sobre todo por la naturaleza del material empleado. La Tabla 2 sirve como guía para seleccionar valores adecuados según cada caso. También influyen en su determinación elementos como el método de construcción, la infiltración, el clima y las dimensiones del canal. (Rodríguez, 2008, pág. 71)

Tabla 1

Taludes recomendados en canales construidos en varias clases de materiales

Material	Talud	Valor del talud (m)	Valor de Θ
Roca sana no alterada	0: 0.25	$m=0/0.25=0$	90°
Roca estratificada ligeramente	0.25:0.5	$m=0.25/0.5=0.50$	63°43'
Roras alteradas, tepetate duro	1:1	$m=1/1=1$	45°
Arcilla densa o tierra con revestimiento de concreto	0.5:1	$m=0.5/1=0.50$	63°43'
Suelo limoso-arenoso con grava gruesa	1:1.5	$m=1/1.5=0.67$	56°58'
Arenisca blanda	1.5:2.0	$m=1.5/2=0.75$	53°13'
Limo arcilloso	0.75:1.0	$m=1.5/2=0.75$	53°13'
Limo arenoso	1.5:2.0	$m=1.5/2=0.75$	53°13'
Material poco estable, arena y tierra arenosa	2:1	$m=2/1=2$	26°56'
Mampostería	0.4:1	$m=0.4/1=0.4$	68°19'
Concreto	1:1	$m=1/1=1$	45°
	1.25:1	$m=1.25/1=1.25$	38°65'
Tierra algo arcillosa, tepetate blando	1.5:1	$m=1.5/1=1.5$	33°69'

Nota. Tomada de Rodríguez, 2008, pág. 71.

2.2.1.4.5 Borde libre

Se denomina borde libre a la distancia vertical entre el nivel superior del canal y la superficie del agua en el diseño. Este margen debe ser lo bastante amplio para evitar que las olas o fluctuaciones provoquen derrames. Dado que dichas variaciones dependen de factores incontrolables como viento y mareas, no existe una regla universal. En la práctica, se recomienda usar B.L. = $d/3$ en canales sin revestir y B.L. = $d/5$ en canales revestidos, aunque existen otros criterios posibles. (Rodríguez, 2008, pág. 72)

En relación con el caudal se tiene:

Tabla 2

Bordes libres con relación al caudal

Caudal (m³/s)	Borde libre (m)
Menores que 0.50	0.30
Mayores que 0.50	0.40

Nota. Tomada de Rodríguez, 2008, pág. 73.

En relación con el ancho de solera se tiene

Tabla 3

Bordes libres con relación al ancho de solera

Ancho de solera (m)	Borde libre (m)
Hasta 0.80	0.40
De 0.80 a 1.50	0.50
De 1.50 a 3.00	0.60
De 3.00 a 20.00	1.00

Nota. Tomada de Rodríguez, 2008, pág. 73.

La altura del revestimiento en canales laterales de riego no es fija, sino que responde a múltiples condiciones. Entre ellas destacan las dimensiones del canal, la velocidad del agua, la curvatura del alineamiento, el comportamiento de los caudales de entrada provenientes de lluvias o drenajes, las fluctuaciones inducidas por estructuras de regulación y los efectos del viento. De igual modo, influyen factores como la ubicación geográfica, el tipo de suelo y la cantidad de agua interceptada, lo que genera variaciones en el valor de dicha altura. (Rodríguez, 2008, págs. 73-74)

2.2.1.4.6 Secciones de máxima eficiencia hidráulica

El costo de un canal depende en gran medida del volumen de tierra que debe removerse, lo cual está vinculado a su sección transversal. A través de cálculos matemáticos se puede definir la sección que requiere la menor excavación para un caudal dado. La forma óptima que permite transportar el máximo flujo con las dimensiones más adecuadas recibe el nombre de sección de máxima eficiencia hidráulica. (Rodríguez, 2008, pág. 74)

Para un canal de sección constante, el caudal máximo que puede transportarse bajo condiciones de pendiente y rugosidad se obtiene de la ecuación:

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

Donde: n, A y S se consideran constantes

El diseño hidráulico de canales revestidos se fundamenta en aplicar el principio de máxima eficiencia, lo que exige calcular la anchura y la profundidad óptimas de la sección transversal para conducir el mayor caudal posible. (Rodríguez, 2008, pág. 74)

2.2.1.4.7 Diseño de canales erosionables

El diseño de canales erosionables se basa en fijar un límite de velocidad media que evite el desgaste de las paredes. La velocidad máxima admisible, llamada también velocidad no erosiva, corresponde al mayor valor promedio que no ocasiona deterioro en el fondo ni en los laterales. En contraste, la velocidad mínima se define considerando los sólidos transportados por el flujo, ya que por debajo de ese umbral los sedimentos tienden a depositarse en el lecho. Para prevenir obstrucciones en canales de tierra, se recomienda mantener una velocidad mínima de 0,40 m/s. (Rodríguez, 2008, pág. 91)

En el caso de canales construidos en tierra, se sugiere mantener una velocidad máxima de 0,85 m/s para proteger tanto los taludes como el fondo contra la erosión. Por otro lado, cuando los análisis de permeabilidad arrojan valores inferiores a 3×10^{-5} cm/s, se considera que el revestimiento no es necesario. (Rodríguez, 2008, pág. 91)

La velocidad admisible, de acuerdo con el material, tendrá los siguientes valores:

Tabla 4

Velocidades admisibles para diversos materiales

Material	Velocidad en m/s
Arena fina, condiciones inestables	0.30
Suelo arenoso	0.75
Arena arcillosa	0.90
Suelo arcilloso - arenoso o arcillosos- limoso	1.10
Arcillas	1.00
Arenas	1.25
Gravas	2.00
Rocas sedimentarias suave	2.50
Roca dura	3.00

Nota. Tomada de Rodríguez, 2008, pág. 91.

2.2.1.4.8 Pendiente longitudinal

La pendiente de un canal se ajusta a la topografía y a las necesidades de suministro. En casos específicos como el riego, se requiere que el agua conserve una elevación considerable para cubrir toda el área; esto obliga a utilizar pendientes suaves que reduzcan las pérdidas de cota a lo largo del trayecto. (Rodríguez, 2008, pág. 93)

2.2.1.4.9 Pendiente límite

La velocidad está directamente relacionada con la pendiente del terreno; debido a las restricciones impuestas a la velocidad, también se imponen límites a la pendiente. (Rodríguez, 2008, pág. 94). Los valores proporcionados a continuación son únicamente orientativos:

Tabla 5

Velocidades admisibles para diversos materiales

Tipo de Canal	Pendiente Límite
Canales de navegación	Hasta 0.00025
Canales industriales	0.0004 a 0.0005
Canales para riego pequeños	0.0006 a 0.0008
Canales para riego grandes	0.0002 a 0.0005
Acueductos de agua potable	0.00015 a 0.001

Nota. Tomada de Rodríguez, 2008, pág. 94

2.2.2 Gestión del agua

La administración del agua, también conocida como gestión de recursos hídricos, implica la planificación, desarrollo, distribución y control del uso eficiente de los recursos acuíferos. Es un componente dentro de la gestión del ciclo hidrológico. Aunque a veces se le denomina "gestión sostenible de recursos hídricos", esta expresión resulta redundante, ya que toda gestión óptima implica necesariamente sostenibilidad.

2.2.2.1 Disponibilidad del agua en el Sector de Miraflores Norte

Con una cuenca de recepción de 1,860 km², el río Chancay-Huaral provee de recurso hídrico al Canal de Miraflores en la provincia de Huaral. El monitoreo hidrométrico se realiza en la estación Santo Domingo (11°53'S; 77°03'W), ubicada a una altitud de 614 metros. En este sector, el curso del río mantiene una pendiente del 1.4% en su tramo de salida hacia el Pacífico. Los datos recopilados por la junta de usuarios sirven de base para el análisis de caudales mensuales presentado en este estudio (INRENA, 2002).

La tabla que se muestra a continuación resume el equilibrio hídrico elaborado por el PROFODUA en el año 2004 para la cuenca Chancay-Huaral. Los datos específicos sobre la dotación mensual por cada unidad de riego están disponibles en el reporte institucional que lleva por título "Asignaciones de Agua por Bloques de Riego en el Valle Chancay-Huaral", el cual sirvió de base para este análisis.

Tabla 6

Descargas del Río Chancay y Huaral

MES	Q (m ³ /s)
Enero	22.95
Febrero	44.55
Marzo	58.79
Abril	23.23
Mayo	10.13
Junio	7.02
Julio	5.56
Agosto	5.17
Setiembre	5.03
Octubre	5.69
Noviembre	7.39
Diciembre	12.68

Nota: Elaboración propia

Debido a su calidad, el agua proveniente del río Chancay es apta para ser empleada en riego y obras civiles durante cualquier mes. Respecto al comportamiento pluvial de la zona, los datos indican que la mayor parte de la lluvia anual (aproximadamente el 80%) se concentra entre los meses de enero y abril. Por el contrario, el periodo de menor precipitación se identifica claramente en el intervalo que va de julio a octubre.

2.2.2.2 Incremento de la producción agrícola

La principal fuente de agua para impulsar el desarrollo agrícola en el valle Chancay-Huaral, donde se encuentra ubicado el presente proyecto, está compuesta por los recursos hídricos superficiales. Estos incluyen los caudales del río Chancay-Huaral, las aguas reguladas de las lagunas en la cuenca alta y el trasvase desde el río Mantaro.

2.2.2.2.1 Cultivos

Dentro del área de influencia, la actividad agrícola se centra en diversos cultivos como aguacate, chirimoya, manzana y hortalizas, entre otros. El manejo del riego no es constante, variando de aproximadamente dos semanas en periodos secos a una semana o menos durante las lluvias. Debido a este régimen variable, muchas plantaciones sufren de déficit hídrico, lo que se traduce en una merma considerable de sus rendimientos agrícolas.

2.3 Definición de términos básicos

Administración de riego: Administración destinada a operar un sistema de riego con el fin de obtener beneficios. Involucra actividades de mantenimiento y reparación de las estructuras e instalaciones, además de la coordinación de las operaciones de riego. (Glosario de Riego, s.f.)

Alcantarilla: Se define como una estructura hidráulica proyectada para el paso de flujos de agua por debajo de vías de comunicación u otras conducciones similares u otro canal. (Villón M. , 2005, pág. 155)

Aforar: Medir la cantidad de agua transportada por una corriente durante un intervalo específico. (España, 2024, pág. 1)

Caudal: Se refiere al flujo volumétrico que atraviesa un punto de control específico dentro de una infraestructura de conducción. (España, 2024, pág. 3)

Caída: Se trata de una obra hidráulica que permite vencer desniveles del terreno, a fin de controlar la energía del flujo y evitar erosión. (Villón M. , 2005, pág. 14)

Demanda de agua: Constituye el requerimiento real de recurso hídrico basado en variables como técnicas de riego, eficiencia de red, costos y niveles de vida. (España, 2024, pág. 4)

Dotación: El término define la asignación de un caudal de riego a una propiedad agrícola. Su magnitud está condicionada por el almacenamiento anual y la operatividad de los sistemas hídricos, abarcando desde la toma hasta la aplicación en campo, diferenciándose claramente del concepto de concesión. (Losada, 1997, pág. 59)

Pérdidas hídricas: Representan el agua que abandona el sistema de irrigación sin ser aprovechada para el fin previsto. Esto incluye el agua que se evapora, transpira o se escapa por fallas en la conducción (filtraciones y descargas). Por lo que, cualquier caudal que recircula hacia la misma área queda excluido de esta categoría. (Losada, 1997, pág. 62)

Rápida: Se refiere a obras hidráulicas diseñadas para conectar dos segmentos de un canal en zonas donde el terreno presenta una inclinación considerable en un tramo relativamente reducido. (Losada, 1997, pág. 65).

Transición: Se trata de una obra hidráulica diseñada para que la transición entre dos secciones de un canal, con dimensiones y propiedades diferentes, no ocurra de manera abrupta, logrando así disminuir las pérdidas de energía por fricción en el flujo. (Villón M. , 2005, pág. 14)

Tomas laterales: Con el propósito de supervisar el caudal y redirigir el recurso hídrico de un canal principal a sus derivaciones, se emplean las denominadas tomas laterales. De acuerdo con Villón (2005), estas obras civiles son fundamentales no solo para la regulación del riego, sino también para actuar como puntos de medición del flujo en los ramales. (Villón M. , 2005, págs. 169-170)

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El diseño del Canal de Riego Miraflores permitirá mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la gestión del agua en Aucallama – Huaral, 2024.

2.4.2 Hipótesis específica

1. La adecuada determinación de parámetros hidráulicos optimiza el caudal y reduce pérdidas de agua del canal de Riego Miraflores en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.
2. Una infraestructura adecuada asegura durabilidad, eficiencia operativa y sostenibilidad del canal de Riego Miraflores en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.
3. El diseño del canal de Riego Miraflores mejorará la gestión hídrica y aumentará la productividad agrícola en el distrito de Aucallama – Huaral.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 7

Operacionalización de variables e indicadores

VARIABLES	DEFINICIÓN		DIMENSIÓN	INDICADORES
	Conceptual	Operacional		
Variable 1: Diseño del canal de riego	Proceso técnico y metodológico mediante el cual se establecen las dimensiones, la geometría y las características hidráulicas y estructurales de una infraestructura destinada a conducir agua hacia áreas agrícolas.	Consiste en la elaboración de cálculos y criterios técnicos orientados a la construcción de una infraestructura hidráulica capaz de transportar agua de manera eficiente, segura y sostenible, considerando las particularidades del entorno y las demandas agrícolas de la zona.	Aspecto hidráulico	• Caudal • Velocidad • Pendiente • Sección transversal • Coeficiente de rugosidad.
			Aspecto constructivo	• Obras complementarias (compuertas, tomas, desarenadores), mantenimiento.
			Aspecto operativo	• Máximo caudal transportado sin desborde
Variable 2: Gestión del agua	Conjunto de acciones técnicas, administrativas y sociales orientadas a planificar, distribuir, controlar y optimizar el uso del recurso hídrico, garantizando su disponibilidad y sostenibilidad.	Proceso medible a través de indicadores como eficiencia de distribución, cobertura de usuarios beneficiados, reducción de pérdidas y satisfacción de la demanda hídrica.	Eficiencia	• % reducción de pérdidas de agua
			Productividad	• Incremento de rendimiento agrícola
			Sostenibilidad	• Impacto ambiental • Nivel de satisfacción de usuarios

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

Definir el tipo de investigación es un paso crítico que debe preceder a la elaboración del plan metodológico. Como señala Carrasco (2008), esta fase permite precisar las metas y el tipo de evidencia necesaria, entendiendo que el documento de investigación funciona como un engranaje de operaciones secuenciales. (Carrasco, Metodología de la investigación científica, 2008, pág. 43)

Tipo de investigación: Bajo esta premisa, el presente estudio se clasifica como Investigación aplicada

3.1.2 Nivel de investigación

La investigación descriptiva permite recopilar y describir la naturaleza del fenómeno. (Carrasco, Metodología de la investigación científica, 2008, pág. 41) En la presente investigación se recopilarán datos técnicos, registrarán, medirán y evaluarán los componentes del fenómeno a investigar, a fin de generar un nuevo diseño que permita mejorar el canal existente.

Nivel de investigación: Investigación descriptiva.

3.1.3 Diseño de investigación

El presente estudio se rige por un diseño de carácter no experimental y transeccional. Siguiendo los planteamientos de Carrasco (2008), esta modalidad se caracteriza por la observación directa de los fenómenos en su escenario espontáneo, prescindiendo de cualquier alteración deliberada de las variables. Su naturaleza transversal implica que el levantamiento de la información se ejecuta en un punto temporal único, capturando la realidad de manera sincrónica (p. 176).

Siendo así, el diseño de investigación es No experimental transeccional.

3.1.4 Enfoque de investigación

El presente estudio adopta una perspectiva cuantitativa, debido a que el análisis de las variables se fundamenta en la aplicación de evaluaciones técnicas, específicamente en las áreas de topografía y mecánica de suelos. Y siendo que, las variables principales de la tesis corresponden al diseño hidráulico y estructural del canal, lo que requiere un tratamiento estrictamente numérico, matemático y físico (como el cálculo de caudales, pendientes y resistencias de concreto), características exclusivas del método cuantitativo

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

De acuerdo con Carrasco Díaz (2008), la población representa la totalidad de unidades de análisis integradas en el entorno geográfico del estudio (p. 236).

Bajo esta premisa, el grupo objetivo de esta investigación consistió en 226 regantes vinculados al canal de Miraflores. Estos usuarios gestionan un área productiva de 350 hectáreas localizadas en el centro poblado del mismo nombre, dentro de la jurisdicción del distrito de Huaral.

Tabla 8: Población

Usuarios	N°
Usuarios del Centro Poblado de Miraflores del distrito de Huaral	226
Total	226

3.2.2 Muestra

Para que los hallazgos de una investigación posean validez externa y puedan extenderse a todo el colectivo, es imperativo seleccionar una muestra que sea un espejo exacto de la población original. Según indica Carrasco Díaz (2008), esta porción debe

mantener la objetividad necesaria para garantizar que los datos recolectados sean significativos para el conjunto total de elementos. (pág. 237)

Se procede con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{p \times q \times z^2 \times N}{Z^2 \times p \times q + e^2 (N - 1)}$$

Donde:

n : Tamaño de la muestra.

N : Tamaño de la población = 226.

Z : Valor obtenido mediante niveles de confianza. Para el 95%, $z = 1.96$

P : Proporción de la población que interesa medir = 0.5.

q : Proporción de la población que no interesa medir = 0.5.

e : Máximo error permisible, es decir un 10%= 0.10.

Aplicación de la muestra

$$n = \frac{0.5 \times 0.5 \times 1.96^2 \times 226}{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 + 0.1^2 (226 - 1)}$$

$$n = 68$$

Para este estudio, se determinó un grupo representativo de 68 regantes que operan en el canal de Miraflores. Estos usuarios gestionan una superficie total de 350 hectáreas agrícolas situadas en el distrito de Aucallama, provincia de Huaral.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnica

Con el objetivo de recolectar datos primarios, se optó por la técnica de observación directa, esta herramienta facilita el examen sistemático de situaciones reales para alcanzar las metas investigativas, pudiendo aplicarse de forma estructurada o no, según el grado de intervención requerido. (Másters, 2024, pág. 2)

3.3.2 Instrumento.

Para alcanzar los objetivos de la investigación, es imperativo utilizar instrumentos que se adecúen a las necesidades del problema planteado. Según Carrasco, la aplicación de estos métodos es lo que posibilita la medición precisa de los indicadores hipotéticos. (Carrasco, 2006, págs. 334-335)

En la presente tesis, la recolección de información en campo se realizó a través de una ficha de observación, la cual permite una indagación detallada de la realidad. Cabe destacar que este instrumento fue sometido a una evaluación de expertos para garantizar su pertinencia y validez técnica. (Carrasco, 2008, pág. 314).

3.4 Técnicas para el procedimiento de la información

3.4.1 Validez.

Para asegurar que las herramientas empleadas en este estudio fueran confiables y pertinentes, se recurrió a la evaluación de especialistas mediante el método de juicio de expertos. Este procedimiento responde a la necesidad de garantizar la validez del instrumento, concepto que Hernández y Mendoza (2018), definen como la capacidad de una métrica para representar fielmente una variable teórica a través de evidencias empíricas recolectadas en campo. (p. 229)

Tabla 9: Juicio de expertos

N°	EXPERTOS	PERTENENCIA	APLICABILIDAD	VALORACIÓN
1	Ing. Edwin Neil Suarez Ochante	Suficiente	Aplicable	90%
2	Ing. Luis Eduardo Espinoza Núñez	Suficiente	Aplicable	90%
3	Ing. Danny Santos Guevara Castillo	Suficiente	Aplicable	90%
Promedio de validación				91.25%

Nota. Con base en el criterio de los especialistas, los datos presentados confirman que el instrumento utilizado es válido. Su pertinencia técnica garantiza un estudio riguroso de las variables clave, alineándose estrictamente con los fines del presente trabajo.

3.5 Matriz de consistencia

Tabla 10

Matriz de consistencia

Título: Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Huaral, 2024.						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL. ¿Cómo debe diseñarse el Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión eficiente y sostenible del agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024?	OBJETIVO GENERAL. Diseñar el Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión eficiente y sostenible del agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.	HIPÓTESIS GENERAL. El diseño del Canal de Riego Miraflores permitirá mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la gestión del agua en Aucallama – Huaral.	Variable 1 Diseño del canal de riego	Aspecto hidráulico Aspecto constructivo Aspecto operativo	• Caudal • Velocidad • Pendiente • Sección transversal • Coeficiente de rugosidad. • Obras complementarias (compuertas, tomas, desarenadores), mantenimiento. • Máximo caudal transportado sin desborde	Tipo de investigación: Aplicada Enfoque: Cuantitativo. Nivel: Descriptivo Diseño: No experimental, transeccional
PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1. ¿Qué parámetros hidráulicos son necesarios para el óptimo diseño del Canal de Riego Miraflores que garantice un adecuado caudal y reduzca	OBJETIVOS ESPECÍFICOS. Determinar los parámetros hidráulicos para el óptimo diseño del Canal de Riego Miraflores, garantizando un adecuado caudal y la reducción de pérdidas de agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS. La adecuada determinación de parámetros hidráulicos optimiza el caudal y reduce pérdidas de agua del canal de Riego Miraflores en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024.	Variable 2 Gestión del agua	Eficiencia Productividad Sostenibilidad	• % reducción de pérdidas de agua • Incremento de rendimiento agrícola • Impacto ambiental • Nivel de satisfacción de usuarios	Población. 400 usuarios que utilizan el canal de riego Miraflores y producción de unas 350 Ha del centro poblado San Miraflores,

pérdidas de agua en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024? 2. ¿Qué características constructivas y estructurales debe presentar la infraestructura del Canal de Riego Miraflores para asegurar durabilidad, y eficiencia operativa en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024? 3. ¿Qué impacto tendrá el diseño del Canal de Riego Miraflores en la gestión integral del recurso hídrico y en la mejora de la productividad agrícola del distrito de Aucallama – Huaral, 2024?	Establecer las características constructivas y estructurales de la infraestructura del Canal de Riego Miraflores que aseguren durabilidad y eficiencia operativa en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024. Evaluar el impacto del diseño del Canal de Riego Miraflores en la gestión integral del recurso hídrico y en la mejora de la productividad agrícola del distrito de Aucallama – Huaral, 2024.	Una infraestructura adecuada asegura durabilidad, eficiencia operativa y sostenibilidad del canal de Riego Miraflores en el distrito de Aucallama – Huaral, 2024. El diseño del canal de Riego Miraflores mejorará la gestión hídrica y aumentará la productividad agrícola en el distrito de Aucallama – Huaral.				Huaral, Lima en el año 2024. Muestra: 118 usuarios que utilizan el canal de Miraflores para riego para abastecer a 350 Ha de terrenos del centro poblado Miraflores, Huaral.
---	---	---	--	--	--	--

Nota: Elaboración propia

Figura 10*Inicio y término del Canal de Miraflores*

4.1.2 Situación Actual de la Infraestructura de Riego

El canal **Miraflores Norte L-1** se origina en la bocatoma que abastece al centro poblado de Miraflores, siguiendo su recorrido a lo largo del canal principal L1. En el año 2022, se ejecutó la primera fase de mejora y diseño, abarcando aproximadamente **2,000 metros lineales**, presentando a lo largo de su trayecto una **sección trapezoidal variable e irregular**, característica que influye directamente en su eficiencia hidráulica. Cabe precisar que el sector de San José de Miraflores forma parte de la Comisión de Usuarios de San José – Miraflores. En este ámbito, la distribución del agua se realiza mediante el sistema de “turnos” o “módulos”. Los canales principales de la comisión están diseñados para transportar caudales entre 1.5 y 2.5 m³/s; sin embargo, en el caso específico del canal de Miraflores, su capacidad alcanza los 0.50 m³/s. En este sentido, de la toma de datos en campo y del análisis técnico se aprecia los siguientes parámetros hidráulicos: un ancho de solera de 0.90 m, una base superior de 1.30 m y una altura de 0.60 m, lo que le otorga una capacidad máxima de conducción cercana a 500 L/s.

Asimismo, durante su trayecto se identifican tres puentes vehiculares de concreto armado, además de diversas tomas directas de carácter rústico. Este ramal permite el riego de aproximadamente 350 hectáreas, beneficiando a una comunidad de 64 usuarios.

Cabe precisar que la presente investigación comprende el diseño de los siguientes 2,960.00 metros lineales del canal, que iniciará desde la cota 1+040.00 a 4+000.00 metros lineales, así como, la construcción de obras complementarias, como son: 4 unidades de alcantarillas de concreto, un total de 10 tomas laterales, y una rápida ubicada en la cota 2+665.00.

Figura 11

Canal Actual L1 - Miraflores Norte



Nota. Construido de material rustico con sección hidráulica variable cota +3500.00 con un caudal de 0.50 m³/s.

4.1.3 Topografía de zona del proyecto

Considerando que el estudio topográfico es la base para realizar los diseños de obras hidráulicas. Señalamos los objetivos y alcances del levantamiento topográfico realizado, siendo los siguientes: La fase de campo comenzó con una inspección preliminar destinada a establecer la estrategia metodológica y los puntos de apoyo topográficos. Este proceso incluyó el enlace plano-altimétrico con el entorno del valle y la definición de una poligonal

de control. Siguiendo las directrices del proyecto, se respetará el esquema hidráulico actual, salvo que la junta de usuarios o la comisión de regantes local soliciten ajustes específicos. Dado que el canal se encuentra en servicio, la toma de datos se ejecutará mediante un levantamiento de bordes y secciones apoyado en tecnología electrónica, garantizando una representación fiel de la infraestructura existente.

Trabajo de Campo

Con el fin de organizar las tareas de campo, se realizó una inspección preliminar del área para establecer los puntos de control vertical y definir el plan de trabajo. Bajo las condiciones observadas, se decidió respetar el trazado existente de la red de riego; cualquier modificación técnica deberá ser aprobada por las autoridades locales de riego de San José de Miraflores. Para el registro de datos, y aprovechando que el canal se encuentra activo, se optó por un levantamiento de los bordes de la caja apoyado en tecnología electrónica, integrando procesos de nivelación y seccionamiento por tramos.

Trabajo de Gabinete

Durante la etapa de gabinete, se procesó la información recolectada en campo mediante la poligonal electrónica y la nivelación diferencial. Tras establecer el azimut de inicio, se determinaron las coordenadas exactas de cada vértice. De igual manera, se procesaron los datos del eje del canal y sus respectivas secciones transversales. La precisión del control vertical se validó mediante el cierre entre los BMs, verificando que las discrepancias se mantuvieran bajo las tolerancias permitidas. Finalmente, la representación gráfica se digitalizó empleando herramientas de Civil 3D y AutoCAD.

Figura 12

Canal Miraflores - Cota 2,000.00 m

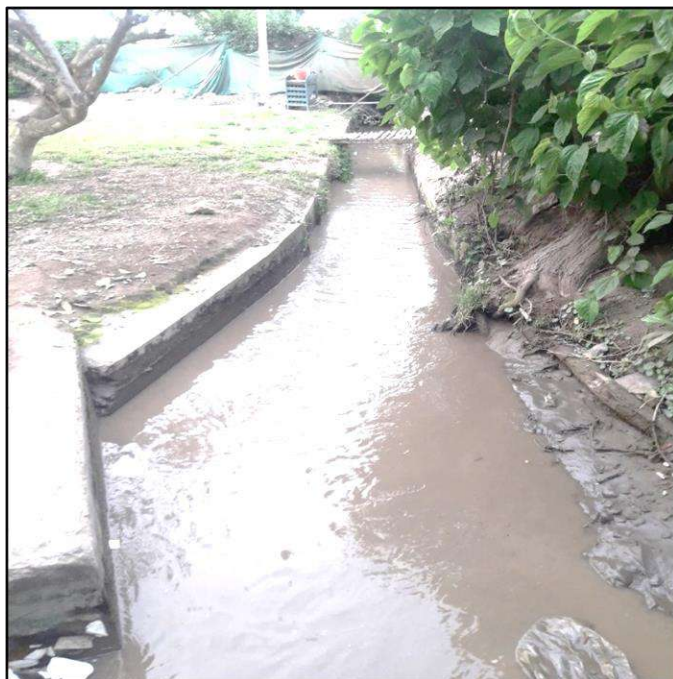
**Figura 13:**

Levantamiento topográfico del Canal de Miraflores - 2+000 - 4+000



Figura 14:

Vista del canal de riego Miraflores Norte - Primera etapa



4.1.4 Diseño Hidráulico del Canal de Miraflores

A continuación, desarrollaremos los siguientes elementos de diseño hidráulico para el canal de Miraflores desde la cota 1+040 a 4+000:

4.1.4.1. Caudal (Q)

El Canal Miraflores Norte - L1 proporcionará agua de riego a un área de 350 hectáreas a lo largo de su trayectoria. Cabe precisar que los caudales promedios en el Canela de Riego de Miraflores, según distribución de agua del ANA, se muestran en el siguiente cuadro:

Mes	Q(l/s)
Enero	500
Febrero	500
Marzo	500
Abril	480
Mayo	480
Junio	450
Julio	450
Agosto	450
Setiembre	450

Octubre	450
Noviembre	480
Diciembre	480
Fuente: ANA (2025)	

En consecuencia, el caudal que fluye por este canal es de 0.50 metros cúbicos por segundo, y este valor se utilizará como base para el diseño del caudal.

4.1.4.2. Pendiente (s)

Con el fin de preservar la integridad del revestimiento cementicio y asegurar la autolimpieza del sistema, la pendiente (s) se ajusta al perfil del suelo. Bajo este criterio técnico, se establecen pendientes del 0.5 al 1.0% para materiales poco compactos, del 1.5 al 2.5% en suelos de tipo franco y de hasta un 4.5% en matrices arcillosas. Esta variabilidad garantiza que la energía del agua sea constante y no erosiva.

Tipo de suelo	Pendiente (%)
Suelos sueltos	0.5 a 1.0
Suelos francos	1.5 a 2.5
Suelos arcillosos	3.00 a 4.5

Se estableció un gradiente de diseño de $S = 0.002$ m/m tras proyectar la rasante sobre la configuración topográfica del canal actual. Este valor responde a las condiciones del terreno en el valle de Aucallama y el C.P. Miraflores, donde los estudios de campo identifican una predominancia de suelos aluviales y franco-arenosos. Cabe destacar que esta última textura es la que prevalece en las parcelas agrícolas que dependen directamente de la infraestructura de riego.

4.1.4.3. Velocidad Mínima de Sedimentación

Con el propósito de impedir que los sólidos en suspensión se decanten en el fondo de la estructura, es imperativo que el flujo mantenga una rapidez mínima. Se estima que un

intervalo operativo situado entre 0.6 y 0.9 m/s resulta eficaz para garantizar la autolimpieza del canal y evitar la acumulación de depósitos.

4.1.4.4. Velocidad Máxima de Erosión

Con el fin de preservar la integridad de las paredes del canal y evitar el desgaste de los revestimientos o la alteración de los cauces, es vital controlar la rapidez del flujo. Los límites máximos de velocidad se determinan según el material de contacto: Arena Suelta el tope es de 0.45 m/s, incrementándose a 1.50 m/s en suelos con presencia de grava. En superficies de concreto, aunque el límite teórico es de 4.40 m/s, se ha establecido un parámetro de diseño de 3.0 m/s, mientras que, en estructuras de acero se permiten hasta 12.0 m/s

4.1.4.5. Velocidades Máximas y Mínimas Permisible

El régimen de flujo en el canal debe oscilar entre parámetros que aseguren su integridad y funcionalidad. Para prevenir el asentamiento de sólidos y el crecimiento de plantas acuáticas, se considera adecuado mantener una velocidad mínima de 0.8 metros por segundo. En cuanto a los límites superiores, y con el objetivo de evitar fallas por erosión en revestimientos de concreto sin refuerzo se sugiere no sobrepasar los 2.5 - 3.0 metros por segundo criterio que coincide con las recomendaciones técnicas del U.S. Bureau of Reclamation para la gestión de velocidades críticas.

4.1.4.6. Coeficiente de Rugosidad (n)

Para el diseño hidráulico, se ha seleccionado un coeficiente de rugosidad de 0.014, correspondiente al concreto. Este valor se sitúa en un rango intermedio si se compara con otras superficies: el acabado de cemento pulido ofrece menor resistencia (0.011), seguido por el metal liso, la madera tratada y el ladrillo vitrificado, todos con un índice de 0.012. En

contraste, la mampostería presenta la mayor fricción con un valor de 0.020. Bajo estas consideraciones, asumimos $n = 0.014$ para los cálculos del proyecto.

4.1.4.7. Talud

La inclinación de los márgenes del canal se define a partir de la naturaleza geológica del terreno donde se ejecutan las labores de corte y relleno. Bajo este criterio, se establecen relaciones de inclinación específicas: tanto el conglomerado como las arcillas requieren una proporción de 1:1, mientras que en suelos areno-limosos esta aumenta a 1.5:1. En terrenos más inestables, como arenas comunes o sueltas, los valores suben a 2:1 y 3:1 respectivamente. Por el contrario, en sustratos rocosos (sanos o alterados) las pendientes son más verticales (0.25:1 a 0.5:1). Dado que el diseño contempla una sección trapezoidal revestida, se ha determinado un valor de $Z = 0.50$ m para el talud.

4.1.4.8. Tirante

La profundidad de la lámina de agua, o tirante, representa una variable determinante en la ingeniería de canales. Para establecer las dimensiones óptimas, se realiza una evaluación económica comparando diversos niveles hídricos; el objetivo es definir una geometría que combine un rendimiento hidráulico superior con la mayor impermeabilidad posible.

En este modelo, las variables se definen como: el ancho de la base o solera (b), la profundidad del flujo (y) y el ángulo de inclinación del talud (θ), derivado de la geometría del talud (z).

4.1.4.9. Borde Libre

Según los planteamientos de Villón (1981), el borde libre garantiza la operatividad del canal ante fluctuaciones incontrolables del espejo de agua. Al no haber fórmulas fijas, el

resguardo se determina proporcionalmente al ancho de fondo: 0.4 m para soleras mínimas y hasta 1.0 m en secciones anchas.

Criterio Práctico:

Tabla 11

Borde Libre en función al ancho de solera

Ancho de la solera (m)	Borde Libre (m)
Hasta 0.8	0.4
0.8 – 1.5	0.5
1.5 – 3.0	0.6
3.0 – 20.0	1.0

Nota: Villon Béjar Máximo; “Hidráulica de Canales”, Lima, 1981.

Complementariamente, el diseño considera el caudal de paso como factor crítico, estableciendo un borde de 0.30 m para descargas menores a 0.50 m³/s y de 0.40 m (B.L) para situaciones que sobrepasen ese umbral. Dado que el diseño contempla una sección trapezoidal revestida, se ha determinado un valor de borde libre de **0.15 m**.

4.1.4.10. Ancho de Solera (b)

La sección transversal del conducto contará con un **ancho de solera de 0.90 m.**; valor establecido tras analizar la demanda de caudal de diseño. Siguiendo las pautas de dimensionamiento, se observa que para gastos de hasta 0.400 m³/s la base mínima es de 0.75 m., mientras que, para flujos mayores se proyecta 1.00 m. Se ha optado por la medida de 0.90 m por ser la que mejor se ajusta a las condiciones particulares del sistema de riego propuesto.

Tabla 12*Ancho de Solera*

Caudal (Q m ³ /s)	Solera (b m.)
Entre 0.200 y 0.400	0.75
Mayor de 0.4	1.00

4.1.4.11. Área Hidráulica

Después de determinar las dimensiones de la base, el talud y la profundidad del agua, se logran mediante la aplicación de la ecuación de continuidad y los principios geométricos correspondientes.

$$A = Q / V \qquad A = (b + zy) / y$$

4.1.4.12. Profundidad Total (H)

Conocido el tirante y el borde libre tenemos:

$$H = y + BL$$

La altura total del canal es de **H = 0.65 m.**

4.1.4.13. Ancho de Corona (c)

En infraestructuras de menor envergadura, la dimensión de la corona suele proyectarse de forma similar a la profundidad del flujo o calado hidráulico. Basándose en la capacidad de transporte, se establecen medidas estándar: un ancho de 0.60 m para gastos que no alcancen los 0.50 m³/s, mientras que para volúmenes superiores se incrementa a 1.00 m. Específicamente para los bordes laterales del conducto, se ha definido un ancho de corona de 0.30 m.

Se procede al uso del Programa HCanales, y se verifica que la propuesta de diseño cumple con la velocidad mínima, estableciendo un tirante $y = 0.5360 \text{ m.} = 0.55 \text{ m.}$ Asimismo el tipo de flujo alcanzado es de subcrítico.

Figura 15:

Resultados hidráulicos del Canal de Riego Miraflores (tramo +2400)

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **MIRAFLORES - AUCALLAMA** Proyecto: **CANAL DE MIRAFLORES**
 Tramo: **+2400** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	0.50	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.90	m
Talud (Z):	0.50	
Rugosidad (n):	0.025	
Pendiente (S):	0.002	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	0.5360	m	Perímetro (p):	2.0985	m
Área hidráulica (A):	0.6260	m ²	Radio hidráulico (R):	0.2983	m
Espejo de agua (T):	1.4360	m	Velocidad (v):	0.7987	m/s
Número de Froude (F):	0.3862		Energía específica (E):	0.5685	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Fuente: HCanales

4.1.5 Diseño de obras complementarias

Tras definir el diseño del canal principal, la red se complementa con diversas obras auxiliares que garantizan su operatividad. Específicamente, se contempla una unidad de transición tanto para la entrada como para la salida, una rápida hidráulica, cuatro alcantarillas de concreto y un conjunto de diez tomas laterales distribuidas a lo largo del trazo.

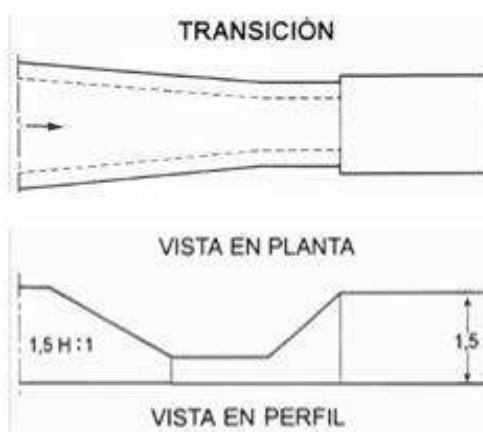
4.1.5.1 Diseño hidráulico de una transición de entrada

Según el perfil longitudinal del canal en la cota 2+665 se advierte la presencia de una rápida, por lo que, corresponde realizar el diseño de la transición de entrada en forma

alabeada, que permita pasar del canal de sección trapezoidal a la sección rectangular de la rápida.

Para los cálculos, se toma un caudal operativo de 0.50 m³/s, asumiendo para el canal inicial (Trapezoidal) una solera de 0.90 m, Z= 0.50m, n = 0.025, por otro lado, el canal de salida de sección rectangular cuenta con los siguientes datos: b = 0.80 m, n= 0.014, S=0.002.

Figura 16:
Transición



- a. Cálculo del tirante para la sección trapezoidal y rectangular:** En ambos casos aplicaremos la ecuación de Manning, según el siguiente detalle:

$$\frac{A^5}{P^2} = \left(\frac{Qn}{\frac{1}{S^2}} \right)^3$$

- b. Cálculo del tirante para la sección trapezoidal y rectangular:** En concordancia a los datos hidráulicos indicados, se procede al cálculo del tirante, mediante el software HCanales, según el siguiente detalle:

Para la Sección trapezoidal

Figura 17:

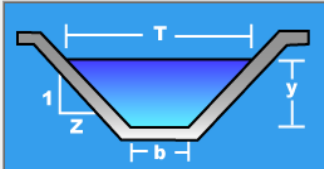
Resultados hidráulicos del Canal de Riego Miraflores - Segunda etapa

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **MIRAFLORES - AUCALLAMA** Proyecto: **CANAL DE MIRAFLORES**
 Tramo: **+2400** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	0.50	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.90	m
Talud (Z):	0.50	
Rugosidad (n):	0.025	
Pendiente (S):	0.002	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.5360	m	Perímetro (p):	2.0985	m
Área hidráulica (A):	0.6260	m ²	Radio hidráulico (R):	0.2983	m
Espejo de agua (T):	1.4360	m	Velocidad (v):	0.7987	m/s
Número de Froude (F):	0.3862		Energía específica (E):	0.5685	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Fuente: HCanales

Para la Sección rectangular

Figura 18:

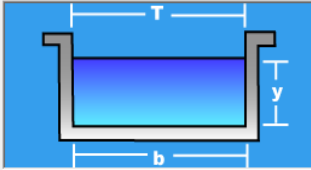
Parámetros hidráulicos de la rápida

Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **MIRAFLORES - AUCALLAMA** Proyecto: **CANAL DE MIRAFLORES**
 Tramo: **TRANSICIÓN DE ENTRADA** Revestimiento: **CONCRETO**

Datos:

Caudal (Q):	0.50	m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.80	m
Talud (Z):	0	
Rugosidad (n):	0.014	
Pendiente (S):	0.002	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	0.5256	m	Perímetro (p):	1.8512	m
Área hidráulica (A):	0.4205	m ²	Radio hidráulico (R):	0.2271	m
Espejo de agua (T):	0.8000	m	Velocidad (v):	1.1892	m/s
Número de Froude (F):	0.5237		Energía específica (E):	0.5977	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

Fuente: HCanales

Se advierte que el tirante para la sección rectangular es de $Y_n = 0.5256$, mientras que, para la sección trapezoidal es de $Y_n = 0.5360$.

c. **Cálculo del Espejo de agua para la sección rectangular y trapezoidal:** Para ello, aplicaremos las siguientes fórmulas:

- **Para la sección rectangular:** De la aplicación de la fórmula a, se tiene como espejo de agua $T_2 = 0.80$ m.

$$T = b \quad (\text{fórmula a})$$

- **Para la sección trapezoidal:** Del mismo modo, de la aplicación de la fórmula b, se tiene como espejo de agua $T_1 = 1.436$ m.

$$T = b + 2ZY \quad (\text{fórmula b})$$

d. **Cálculo del flujo en la sección trapezoidal y rectangular:** Se procede con el cálculo de la velocidad, así como, el número del Froude, según la aplicación de las siguientes fórmulas.

- **Para la sección rectangular:** De la aplicación de la fórmula de la Velocidad, se tiene como $F = 0.524$.

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

V	1.1891172	m/s
---	-----------	-----

$$F = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

F	0.52367577
---	------------

FLUJO	SUBCRITICO
-------	------------

- **Para la sección trapezoidal:** Del mismo modo, se tiene como $F = 0.3862$.

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

V	0.7986608	m/s
---	-----------	-----

$$F = \frac{V}{\sqrt{gA/T}}$$

F	0.3861902
---	-----------

FLUJO	SUBCRITICO
-------	------------

En consecuencia, el tipo de flujo en ambas secciones es **subcrítico**.

- e. Cálculo de la longitud de la transición:** Se procede al cálculo de la longitud de la transición, según el siguiente detalle:

DISEÑO DE UNA TRANSICION RECTA

Calculo de la longitud de la transicion

$$L = \frac{T1 - T2}{2 \operatorname{tg} 22^\circ 30''} = \frac{T1 - T2}{2} \operatorname{ctg} 22^\circ 30''$$

$\operatorname{ctg}(22^\circ 30'')$	2.4142
-------------------------------------	--------

L	0.7677156	m
---	-----------	---

Redondeando

L	0.8	m
---	-----	---

DISEÑO DE UNA TRANSICION ALABEADA

Calculo de la longitud de la transicion

$$L = 4.7b + 1.65ZcYc$$

$$b = \frac{bc - bf}{2}$$

L	0.6772	m
---	--------	---

b	0.05	m
---	------	---

Redondeando

L	1	m
---	---	---

$$nb = 0.8 - 0.26\sqrt{Zc}$$

Calculo del ancho de fondo (solera)

$$b = bf + (bc - bf) \frac{x}{L} \left[1 - \left(1 - \frac{x}{L} \right)^{nb} \right]$$

nb	0.616152237
----	-------------

Calculo del talud en cada sección

$$Z = Zc \left[1 - \left(1 - \frac{x}{L} \right)^{\frac{1}{2}} \right]$$

x	b	X	Z	x	Δh_i
0.5	0.83262043	0.5	0.14644661	0.5	0.05
0.6	0.84379844	0.6	0.18377223	0.6	0.06
0.7	0.85618946	0.7	0.22613872	0.7	0.07
0.8	0.86972342	0.8	0.2763932	0.8	0.08
0.9	0.88434298	0.9	0.34188612	0.9	0.09
1	0.9	1	0.5	1	0.1

Calculo del desnivel de fondo en cada sección

$$\Delta h_i = \frac{\Delta h}{L} x$$

Para el cálculo del tirante y la energía específica en cada sección de la transición alabeada, se aplica la ecuación de la energía, es decir

$$hf_1 - z = K \left(\frac{V^2_1}{2g} - \frac{V^2_2}{2g} \right)$$

$$E_1 = E_2 + hf_1 - z$$

$$E = H + Y + \frac{V^2}{2g}$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.50}{3Y_1}$$

Reemplazamos

$$H_1 + Y_1 + \frac{V^2_1}{2g} = H_2 + Y_2 + \frac{V^2_2}{2g} + K \left(\frac{V^2_1}{2g} - \frac{V^2_2}{2g} \right)$$

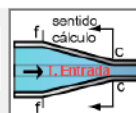
$$0.10 + Y_1 + 0.8 \frac{V^2_1}{2g} = 0.5360 + 0.8 \frac{V^2_2}{2g}$$

$$Y_1 + \frac{0.0162}{Y_1^2} = 0.5937$$

$$Y_1 = 0.5377$$

La comprobación de los resultados se efectuó con el programa HCanales, confirmando que el tirante determinado se encuentra dentro de los valores calculados por el software.

Cálculos para una transición de entrada alabeada en flujo subcrítico



Datos de Entrada:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera en la sección C: m

Ancho de solera en la sección F: m

Talud en la sección C:

Talud en la sección F:

Tirante en la sección C: m

Diferencia de cotas F-C: m

Coe. de pérdida en transición K:

Resultados:

Tirante en la sección F: m

Longitud de la transición: m

Número de tramos N:

Cálculo del ancho solera, talud y variación de fondo:

L	b(L)	z(L)	H ₂ (L)
0	0.6000	0.0000	0.0000
1	0.6174	0.1454	0.0500
2	0.9000	0.5000	0.1000

Cálculo del tirante, velocidad y energía:

L	y(L)	v(L)	E(L)
0	0.5256	1.1891	0.5977
1	0.6126	0.8999	0.6538
2	0.6915	0.5805	0.7086

Botones de control: Calcular, Limpiar Pantalla, Imprimir, Menú Principal, Calculadora

Opciones: Copiar al portapapeles los resultados, Parciales Sup, Parciales Inf

Estado: Activa la calculadora

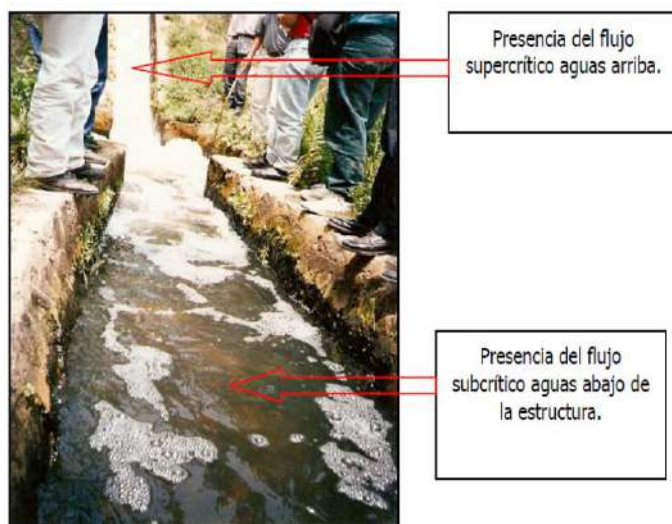
Horario: 09:23 11/02/2026

4.1.1.1 Diseño hidráulico de una rápida

Habiéndose determinado la dimensiones y características hidráulicas de la transición, y conforme al perfil longitudinal en la cota 2+665.00 se advierte una pronunciada pendiente en una distancia relativamente corta, por lo que se requiere la construcción de una rápida.

Figura 19:

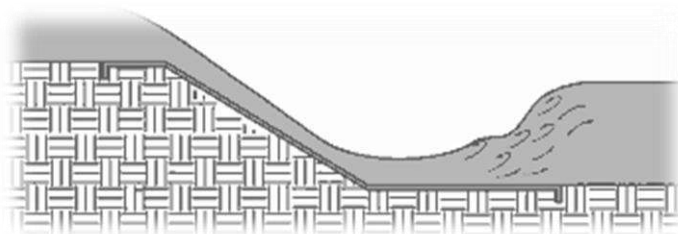
Transición de flujo supercrítico a subcrítico en el Canal de Miraflores



Siendo así, corresponde realizar el diseño de lo indicado, considerando los siguientes datos:

Figura 20:

Diseño estructural de vertedero para control de caudales



El canal gestiona un gasto de $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$. a través de dos secciones diferenciadas. El tramo inicial, de geometría trapezoidal, se define por las siguientes características: $b = 0.90 \text{ m}$, $Z = 0.50 \text{ m}$, $n = 0.025$ (coeficiente de rugosidad o Manning). Por su parte, la sección de descarga rectangular presenta una base de 0.80 m , una rugosidad de 0.014 y un gradiente longitudinal de $S=0.002$.

1. Diseño del canal aguas arriba y aguas debajo de la rápida:

1. CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL CANAL / DISEÑO DEL CANAL ANTES DE LA EXISTENCIA DE LA RÁPIDA (UTILIZANDO H CANALES)				
DATOS A INTRODUCIR EN H CANALES			RESULTADOS OBTENIDOS EN H CANALES	
CAUDAL	Q=	0.5	Yn=	0.536
ANCHO DE SOLERA	b=	0.9	A=	0.626
TALUD	Z=	0.5	V=	0.7987
RUGOSIDAD	n=	0.025	T=	1.436
PENDIENTE	S=	0.002	F=	0.3862
GRAVEDAD	g=	9.81	E=	0.5685

2. Cálculo del ancho de solera en la rápida y el tirante de la sección de control:

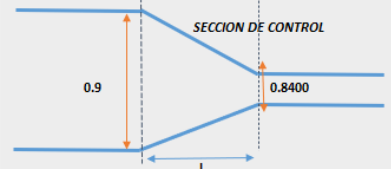
Debido a que las condiciones de régimen crítico se manifiestan en la sección de control, es necesario emplear ecuaciones específicas para formas rectangulares, conforme al siguiente detalle:

$$y_c = \frac{2}{3} E_{\min} \qquad y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}}$$

Asimismo, para el cálculo del ancho de la rápida se recurre a diversos modelos matemáticos, destacando las propuestas de Dadenkov y otras formulaciones empíricas que se detallan a continuación:

Formula Empirica	$b = \sqrt{\frac{27 \times Q^2}{8 \times E_{\min}^3 \times g}}$
Según DADENKOV	$b = 0.765 \times Q^{2/5}$
Formula Empirica	$b = \frac{18.78 \times \sqrt{Q}}{10.11 + Q}$

2. CÁLCULO DEL ANCHO DE SOLERA DE LA RÁPIDA			
Formula Empirica	$b = \sqrt{\frac{27 \times Q^2}{8 \times E_{min}^3 \times g}}$	b= 0.6842 m	b_{promedio}= 0.8385 m b_{redondeado}= 0.8400
Según DADENKOV	$b = 0.765 \times Q^{2/5}$	b= 0.5798 m	
Formula Empirica	$b = \frac{18.78 \times \sqrt{Q}}{10.11 + Q}$	b= 1.2516 m	
3. CÁLCULO DEL TIRANTE CRÍTICO			
$Y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 \times g}}$			Y_c= 0.3306 m



4.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA SECCIÓN DE CONTROL			
Y _c =	0.3306		
A =	0.2777	P =	1.5011
R =	0.1850	T =	0.8400
V =	1.8007	F =	1.0000
E =	0.4958		

3. Cálculo de la sección de la transición de la entrada

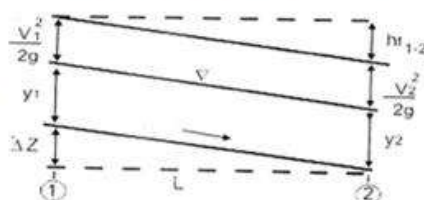
4. CÁLCULO DE LA LONGITUD DE LA TRANSICIÓN DE ENTRADA ALABEADA			
$L = 4.7 \times \frac{b_{trapezoidal} - b_{rectangular}}{2} + 1.65 \times z_{trapezoidal} \times Y_c$			
L=	0.4137 m		L= 1.0000

4. Cálculo hidráulico en el canal de la rápida

4.1 Cálculo de tirantes y distancias

Se pretende calcular los tirantes para los diferentes tramos (distancias) con respecto a la sección de control.

- Puede usarse método de tramos fijos de la curva de remanso.
- El proceso grafico siguiente:



De la ecuación de la energía:

$$E_1 + \Delta Z = E_2 + \Delta hf_{1-2}$$

Se resuelve gráficamente, siendo:

$$\Delta Z = S \times L$$

$$\Delta hf = \bar{S}_E \times L$$

$$S_E = \left(\frac{n \times v}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$\bar{S}_E = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

Tabulamos:

y	A	R	$v = Q/A$	$\frac{v^2}{2g}$	E	Δhf	$E + \Delta hf$

Nota: El primer valor de y , es el y_c el tirante crítico, y el final tiene un valor menor al y_n en la rápida.

5. Cálculo de tirantes y distancias

5. HALLANDO TIRANTE NORMAL EN EL CANAL DE LA RÁPIDA DE SECCIÓN RECTANGULAR							
Cota salida de rapida =	12.9	Q=	0.5	A=	0.2044	E=	0.5484
Cota en seccion de control:	14.9	b=	0.8400	T=	0.8400	F=	1.5836
Cota aguas arriba :	13.4	Z=	0	n=	0.014	p=	1.3266
longitud horizontal :	106	S=	0.0142	V=	2.4465		
Pendiente de la rapida :	0.0142						
		Yn=	0.2433	< Yc=0.3030			

Figura 21:

Parámetros de flujo supercrítico en la rápida del Canal de Miraflores

Datos:

Caudal (Q): m3/s

Ancho de solera (b): m

Talud (Z):

Rugosidad (n):

Pendiente (S): m/m

Resultados:

Tirante normal (y): m

Area hidráulica (A): m2

Espejo de agua (T): m

Número de Froude (F):

Tipo de flujo:

Perímetro (p): m

Radio hidráulico (R): m

Velocidad (v): m/s

Energía específica (E): m-Kg/Kg

Fuente: HCanales

6. Cálculo de tirantes y distancias en el canal de la rápida

6. CÁLCULO HIDRÁULICO EN EL CANAL DE LA RÁPIDA - CÁLCULO DE TIRANTES Y DISTANCIA

Tenemos:

$Y_{\text{inicial}} =$	0.3306
$Y_{\text{final}} =$	0.2482
N° de tramos =	10

$\Delta y =$	0.0082
--------------	--------

DATOS

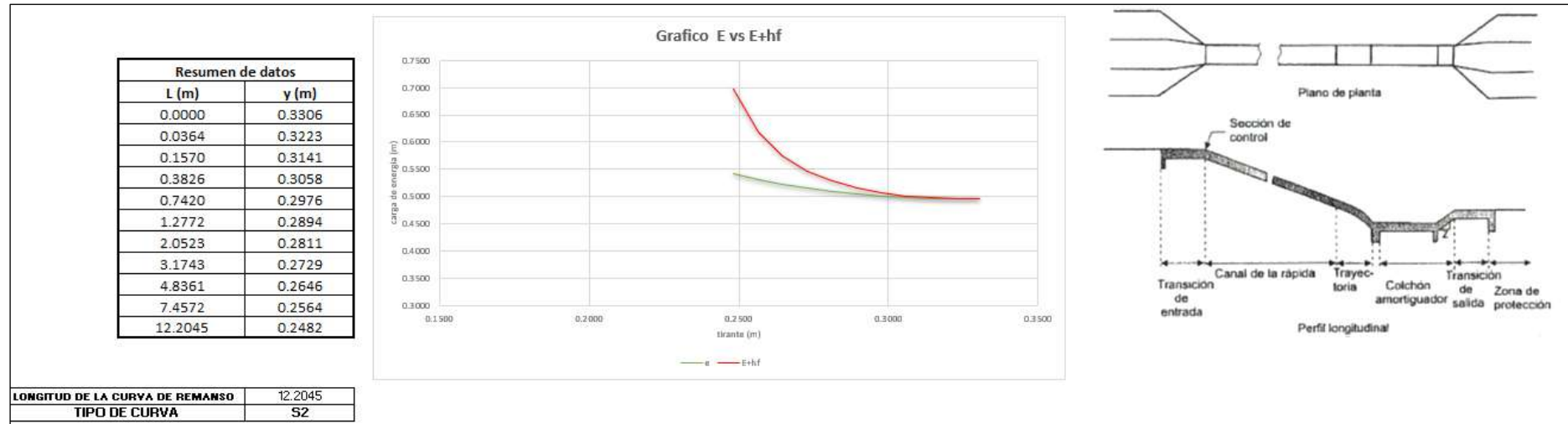
$Q(m^3/s) =$	0.5	$g(m^2/s) =$	9.81
$b(m) =$	0.8400		
$n =$	0.014		
$S_0 =$	0.0150		

Método Directo por Tramos

$$S_E = \left(\frac{n \times v}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad \bar{S}_E = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$\Delta h_f = \bar{S}_E L$$

y	A	P	R	$R^{2/3}$	V	$\frac{V^2}{2+g}$	$E = Y_c + \frac{V^2}{2+g}$	ΔE	S_E	S_{E1}	$S_0 - S_{E1}$	ΔX	L	Δh_f	$E + \Delta h_f$
0.3306	0.2777	1.5011	0.1850	0.3246	1.8007	0.1653	0.4958		0.00603				0	0.0000	0.4958
0.3223	0.2707	1.4846	0.1824	0.3216	1.8468	0.1738	0.4961	0.0003	0.00646	0.00625	0.00875	0.03641	0.03641	0.0002	0.4964
0.3141	0.2638	1.4681	0.1797	0.3184	1.8952	0.1831	0.4971	0.0010	0.00694	0.00670	0.00830	0.12057	0.15698	0.0011	0.4982
0.3058	0.2569	1.4517	0.1770	0.3152	1.9463	0.1931	0.4989	0.0018	0.00747	0.00721	0.00779	0.22559	0.38257	0.0028	0.5017
0.2976	0.2500	1.4352	0.1742	0.3119	2.0002	0.2039	0.5015	0.0026	0.00806	0.00777	0.00723	0.35947	0.74204	0.0058	0.5073
0.2894	0.2431	1.4187	0.1713	0.3085	2.0571	0.2157	0.5050	0.0035	0.00872	0.00839	0.00661	0.53521	1.27725	0.0107	0.5158
0.2811	0.2361	1.4022	0.1684	0.3050	2.1174	0.2285	0.5096	0.0046	0.00945	0.00908	0.00592	0.77503	2.05228	0.0186	0.5283
0.2729	0.2292	1.3858	0.1654	0.3013	2.1813	0.2425	0.5154	0.0058	0.01027	0.00986	0.00514	1.12205	3.17433	0.0313	0.5467
0.2646	0.2223	1.3693	0.1623	0.2976	2.2492	0.2578	0.5225	0.0071	0.01120	0.01073	0.00427	1.66174	4.83607	0.0519	0.5744
0.2564	0.2154	1.3528	0.1592	0.2938	2.3215	0.2747	0.5311	0.0086	0.01224	0.01172	0.00328	2.62113	7.45720	0.0874	0.6185
0.2482	0.2085	1.3363	0.1560	0.2898	2.3985	0.2932	0.5414	0.0103	0.01343	0.01283	0.00217	4.74733	12.20453	0.1566	0.6980



Cálculo de la Tirante normal en la salida de la rápida – Después del resalto hidráulico

Cálculo del Tirante normal en la salida de la rápida - Después del resalto Hidráulico					
Datos a introducir en H Canales			Resultados obtenidos en H Canales		
Q =	0.5		yn =	0.4992	
b =	0.8400		A =	0.4193	
Z =	0		V =	1.1924	
n =	0.014		T =	0.8400	
S =	0.002		F =	0.5388	
g =	9.81		E =	0.5717	

7. Cálculo de la profundidad (elevación) del tanque amortiguador - Tramo de la Trayectoria

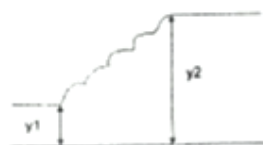
7.1 Cálculo de la Curva Elevación (Trayectoria Rápida - Tirante)						
y	A	V	$V^2/2g$	E	Elevacion gradiente energia	Cota de Rápida
0.2433	0.2044	2.4465	0.3051	0.5484	13.9484	13.40
y	A	V	$V^2/2g$	E	Elevacion gradiente energia - Elevación Trayectoria en la Rápida	Cota de Rápida
0.2433	0.2044	2.4465	0.3051	0.5484	13.4000	13.4000
0.2343	0.1968	2.5405	0.3290	0.5633	13.3851	
0.2253	0.1893	2.6420	0.3558	0.5811	13.3673	
0.2163	0.1817	2.7519	0.3860	0.6023	13.3461	
0.2073	0.1741	2.8714	0.4202	0.6275	13.3208	
0.1983	0.1666	3.0017	0.4592	0.6575	13.2908	
0.1893	0.1590	3.1444	0.5039	0.6932	13.2551	
0.1803	0.1515	3.3014	0.5555	0.7358	13.2126	
0.1713	0.1439	3.4748	0.6154	0.7867	13.1617	
0.1623	0.1363	3.6675	0.6856	0.8479	13.1005	
0.1533	0.1288	3.8828	0.7684	0.9217	13.0267	
0.1443	0.1212	4.1250	0.8673	1.0116	12.9368	
0.1353	0.1137	4.3994	0.9865	1.1218	12.8266	
0.1263	0.1061	4.7129	1.1321	1.2584	12.6900	
0.1173	0.0985	5.0745	1.3125	1.4298	12.5186	
0.1083	0.0910	5.4962	1.5397	1.6480	12.3004	
0.0993	0.0834	5.9943	1.8314	1.9307	12.0177	
0.0903	0.0759	6.5918	2.2147	2.3050	11.6434	
0.0813	0.0683	7.3215	2.7321	2.8134	11.1349	
0.0723	0.0607	8.2329	3.4547	3.5270	10.4214	
0.0633	0.0532	9.4034	4.5069	4.5702	9.3782	
0.0543	0.0456	10.9620	6.1247	6.1790	7.7694	

Figura 3.4. Esquema de cálculo de la elevación de la trayectoria en la rápida

7.2 Cálculo de la Curva Elevación -tirante conjugado menor

y	A	V	$V^2/2g$	E	Elevación gradiente energía	Cota de Rápida
0.536	0.6260	0.7987	0.0325	0.5685	13.4685	12.90

y1	y2	V2	$V2^2/2g$	E2	Elev. De gradiente - E2
0.4000	0.2697	2.2073	0.2483	0.5180	12.9505
0.3910	0.2767	2.1513	0.2359	0.5126	12.9559
0.3820	0.2839	2.0963	0.2240	0.5079	12.9606
0.3730	0.2915	2.0423	0.2126	0.5040	12.9645
0.3640	0.2992	1.9893	0.2017	0.5009	12.9676
0.3550	0.3073	1.9373	0.1913	0.4985	12.9700
0.3460	0.3156	1.8862	0.1813	0.4969	12.9716
0.3370	0.3242	1.8361	0.1718	0.4960	12.9725
0.3280	0.3331	1.7869	0.1627	0.4959	12.9727
0.3190	0.3424	1.7386	0.1541	0.4964	12.9721
0.3100	0.3520	1.6911	0.1458	0.4977	12.9708
0.3010	0.3620	1.6444	0.1378	0.4998	12.9687
0.2920	0.3724	1.5986	0.1302	0.5026	12.9659
0.2830	0.3832	1.5535	0.1230	0.5062	12.9624
0.2740	0.3944	1.5092	0.1161	0.5105	12.9580
0.2650	0.4061	1.4656	0.1095	0.5156	12.9529
0.2560	0.4184	1.4227	0.1032	0.5216	12.9470
0.2470	0.4312	1.3804	0.0971	0.5283	12.9402
0.2380	0.4446	1.3388	0.0913	0.5360	12.9325
0.2290	0.4587	1.2977	0.0858	0.5445	12.9240
0.2200	0.4735	1.2572	0.0806	0.5540	12.9145
0.2110	0.4890	1.2172	0.0755	0.5645	12.9040
0.2020	0.5055	1.1776	0.0707	0.5761	12.8924
0.1930	0.5228	1.1385	0.0661	0.5889	12.8796
0.1840	0.5413	1.0997	0.0616	0.6029	12.8656



Para una sección rectangular la ecuación es:

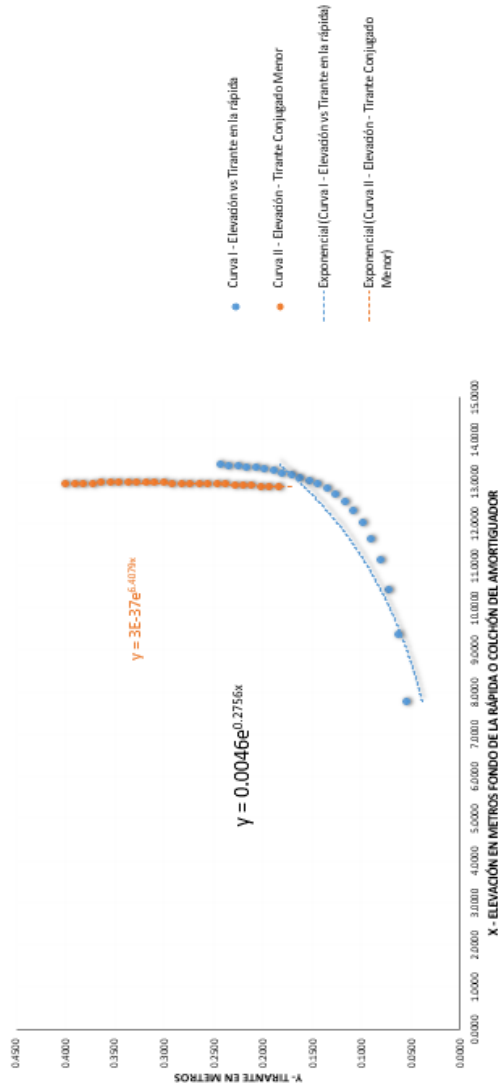
$$y_2 = -\frac{y_1}{2} + \sqrt{\frac{2q^2}{g y_1} + \frac{y_1^2}{4}}$$

luego calcular : $E_2 = y_2 + \frac{v_2^2}{2g}$



Figura 3.6 Esquema de cálculo de la elevación del gradiente de energía después del resalto

Cálculo de Elevación del Tanque del Colchón Amortiguador



B.-

EL CALCULO DE LA INTERSECCION DE LA CURVA SE REALIZARA POR MEDIO DEL METODO DE LA BISECCION: CUANDO EL VALOR DE A1 - A2 SEA IGUAL A CERO (A1 - A2 = 0) ESE SERA EL PUNTO DE INTERSECCION. PARA LO CUAL SE CALCULA POR EL INTERMEDIO DE DOS PUNTOS ANTES DEL CAMBIO DEL SIGNO POSITIVO A NEGATIVO (I.E. X EN EL PUNTO ANTES DEL CAMBIO DE SIGNO DE A1 - A2), (I.E. X EN EL PUNTO DESPUES DEL CAMBIO DE SIGNO DE A1 - A2

evaluar en X	Linea de tendencia 1		Linea de tendencia 2		A1 - A2
13.5	0.14642	2.79689	2.79689	-2.85047	
13.49	0.14622	2.65918	2.65918	-2.51296	
13.48	0.14601	2.52826	2.52826	-2.38224	
13.47	0.14581	2.40377	2.40377	-2.25796	
13.46	0.14561	2.28542	2.28542	-2.13982	
13.45	0.14540	2.17290	2.17290	-2.02750	
13.44	0.14520	2.06592	2.06592	-1.92071	
13.43	0.14500	1.96420	1.96420	-1.81920	
13.42	0.14480	1.86749	1.86749	-1.72269	
13.41	0.14460	1.77554	1.77554	-1.63095	
13.4	0.14439	1.68912	1.68912	-1.54373	
13.17	0.13984	0.52854	0.52854	-0.38871	
12.89999999	0.13467	0.13522	0.13522	-0.00055	
12.88999999	0.13449	0.12856	0.12856	0.00532	
12.87999999	0.13430	0.12223	0.12223	0.01206	
12.86999999	0.13411	0.11622	0.11622	0.01789	
12.85999999	0.13392	0.11049	0.11049	0.02343	
12.84999999	0.13374	0.10505	0.10505	0.02868	
12.83999999	0.13355	0.09988	0.09988	0.03367	
12.82999999	0.13336	0.09496	0.09496	0.03840	
12.81999999	0.13318	0.09029	0.09029	0.04289	
12.80999999	0.13299	0.08584	0.08584	0.04715	
12.79999999	0.13281	0.08162	0.08162	0.05119	
12.78999999	0.13262	0.07760	0.07760	0.05503	
12.77999999	0.13244	0.07378	0.07378	0.05866	

Cálculo de la profundidad del colchón amortiguador

Profundidad: r = elevación del canal - elevación del colchon	
r =	0.01 m.

La salida del colchon hacia el canal puede construirse en forma vertical, y si se construye en forma inclinada se recomienda $z = 2$

Calculo de la longitud del Colchon	
$L = 5 (y_2 - y_1) =$	2.67 m.

Y1	Y2
0.134	0.653

8. Cálculo de las coordenadas y elevaciones de la trayectoria parabólica.

Ecuación general de la parábola:

$$y = - \left(xS + \frac{gx^2}{4.5v^2} (1 + S^2) \right)$$

x	y	Elevación
0.000	0.000	13.400
0.030	-0.001	13.399
0.060	-0.002	13.397
0.090	-0.004	13.393
0.120	-0.007	13.386
0.150	-0.010	13.375
0.180	-0.015	13.361
0.210	-0.019	13.341
0.240	-0.025	13.317
0.270	-0.031	13.286
0.300	-0.037	13.249
0.330	-0.045	13.204
0.360	-0.053	13.152
0.390	-0.061	13.091
0.420	-0.071	13.020
0.450	-0.081	12.939
0.480	-0.091	12.848
0.510	-0.102	12.746
0.540	-0.114	12.632
0.570	-0.127	12.505

Elevación = elevación (o) + y

Elevación = 13.40 + y

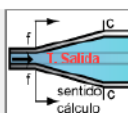
9. Cálculo de la transición de salida

Figura 22:

Resultados de la transición de entrada en flujo subcrítico

Cálculos para una transición de salida alabeada en flujo subcrítico

Cálculos para una transición de salida alabeada



Datos de Entrada:

Caudal (Q): m³/s

Ancho de solera en la sección C: m

Ancho de solera en la sección F: m

Talud en la sección C:

Talud en la sección F:

Tirante en la sección C: m

Diferencia de Cotas HZ: m

Coef. de Pérdida en Transición K:

Resultados:

Tirante en la sección F: m

Longitud de la transición: m

Número de Tramos N:

Cálculo del ancho solera, talud y variación fondos:

i	b(i)	Z(i)	HZ(i)
0	0.8400	0.0000	0.0000
1	0.9504	0.1464	0.0000
2	0.9000	0.5000	0.0000

Cálculo del tirante, velocidad y energía:

i	y(i)	v(i)	E(i)
0	0.5055	1.1775	0.5761
1	0.5177	1.0428	0.5731
2	0.5360	0.7937	0.5685

Copiar al portapapeles los resultados

Calcular

Limpiar Pantalla

Imprimir

Menú Principal

Calculadora

Parciales Sup.

Parciales Inf.

Fuente: HCanales

4.1.1.2 Diseño de las Alcantarillas

El estudio se centra en la ingeniería de las estructuras especiales para una extensión de 2,960 m, lo que representa la segunda fase de optimización del canal en el C.P. Miraflores. Es pertinente mencionar que la etapa inicial, concluida en 2021, contempló la habilitación de 2,000 metros y cinco alcantarillas de concreto.

Para este nuevo tramo, el análisis topográfico indica la necesidad de instalar cuatro alcantarillas de concreto reforzado con una resistencia de 210 kg/cm^2 . Por tal motivo, se presentan a continuación los cálculos estructurales e hidráulicos necesarios para estas obras de arte.

Figura 23:
Infraestructura de alcantarilla para conducción de caudales

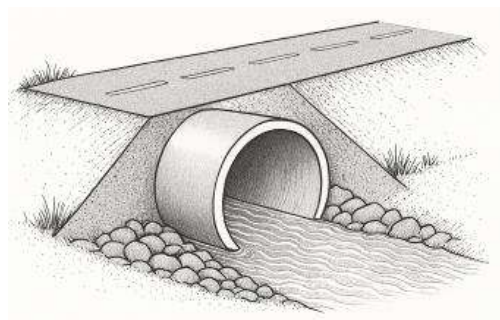


Figura 24:
Componentes principales de una alcantarilla de concreto

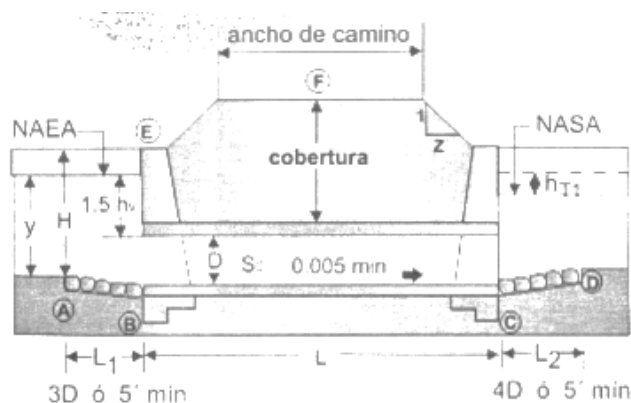


Figura 9.3 Elementos de una alcantarilla

1. Procedimiento para el cálculo de las dimensiones de la alcantarilla:

El dimensionamiento de la alcantarilla parte obligatoriamente del gasto de diseño, el cual se ha fijado en un caudal de $Q=0.50 \text{ m}^3/\text{s}$. Con este valor base, se consulta la Tabla 9.1 para obtener el diámetro correspondiente de la estructura. Respecto a los criterios de velocidad, el modelo asume $v=1.06 \text{ m/s}$, para transiciones en suelo natural y una velocidad de $v=1.52 \text{ m/s}$, cuando se trata de superficies de concreto.

Figura 25:

Parámetros hidráulicos para dimensionamiento de tuberías

Tabla 9.1 Datos para la selección del diámetro de tuberías

Transición de tierra $v_{\text{máx}} = 1.06 \text{ m/s}$	Transición concreto $v_{\text{máx}} = 1.52 \text{ m/s}$	Tuberías		
Caudal (m^3/s)	Caudal (m^3/s)	Diámetro (pulg)	Diámetro (cm)	Área (m^2)
0 – 0.076	0 – 0.110	12	30.48	0.073
0.077 – 0.112	0.111 – 0.173	15	38.10	0.114
0.123 – 0.176	0.174 – 0.249	18	45.72	0.164
0.177 – 0.238	0.250 – 0.340	21	53.34	0.223
0.239 – 0.311	0.341 – 0.445	24	60.96	0.292
0.312 – 0.393	0.446 – 0.564	27	68.58	0.369
0.394 – 0.487	0.565 – 0.694	30	76.20	0.456
0.488 – 0.589	0.695 – 0.841	33	83.82	0.552
0.590 – 0.699	0.842 – 1.000	36	91.44	0.656
0.700 – 0.821	1.001 – 1.175	39	99.06	0.771
0.822 – 0.954	1.176 – 1.362	42	106.68	0.894
0.955 – 1.096	1.363 – 1.563	45	114.30	1.026
1.097 – 1.246	1.564 – 1.778	48	121.92	1.167
1.247 – 1.407	1.779 – 2.008	51	129.54	1.318
1.408 – 1.578	2.009 – 2.251	54	137.16	1.478
1.579 – 1.756	2.252 – 2.509	57	144.78	1.646
1.757 – 1.946	2.510 – 2.781	60	152.40	1.824
1.947 – 2.146		63	160.02	2.011
2.147 – 2.356		66	167.64	2.207
2.357 – 2.574		69	175.26	2.412
2.575 – 2.803		72	182.88	2.626

Datos para el diseño: Cabe precisar que a efectos de guía de cálculo se utilizará los elementos de la alcantarilla de la figura 9.3 del autor Máximo Villón.

Datos del canal		
Q =	0.5	m ³ /s
b =	0.9	m
z =	0.5	
n =	0.025	
s =	0.002	

Datos de la alcantarilla para el cruce de un camino
n = 0.014
s _o = 0.002
L ₁ =
L ₂ =
Cota fondo car 105.5 m

Datos del camino		
ancho camino =	6	m
s (orilla camino) =	1.5	:1
cobertura =	0.6	m

2. Calculamos las dimensiones del canal

$$\left(\frac{Qn}{s^{0.5}}\right)^3 = \frac{A^5}{P^2} = \frac{((b + zy)y)^5}{(b + 2y(1 + z^2)^{0.5})^2}$$

$$\left(\frac{Qn}{s^{0.5}}\right)^3 = f(y) = \boxed{0.021837}$$

$$A^5 = ((b+zy)y)^5 = 0.0962$$

$$P^2 = (b+2y(1+z^2)^{0.5})^2 = 4.4038$$

yn (m)	f(y)= A ⁵ /P ²				
0.536	0.021838				
yn1=	0.536	m	p1=	2.0985	m
A1=	0.6260	m ²	R1=	0.2983	m
T1=	1.436	m	V1=	0.7987	m/s
F1=	0.386190		E1=	0.5685	m-Kg/Kg

3. Calculamos las dimensiones de la alcantarilla

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad \boxed{A = 0.4560 \text{ m}^2}$$

4. Calculamos el área de la alcantarilla

$$v = \frac{Q}{A} \quad \boxed{V = 1.0964 \text{ m/s}}$$

5. Calculamos la velocidad en la alcantarilla

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \quad \boxed{h_v = 0.0613 \text{ m}}$$

6. Cálculo de la elevación del nivel de agua en la entrada de la alcantarilla

NAEA = elevación del nivel de agua en el canal, a la entrada de la alcantarilla.

NAEA = Cota fondo canal + yn

NAEA = 106.0360 m

7. Cálculo de cotas

Cota B = elevación del fondo de la tubería al inicio de la alcantarilla.

$$Cota\ B = NAEA - 1.5hv - D$$

$$Cota\ B = 105.1821\ m$$

Cota F = elevación de la carretera, o fondo del canal atravesar.

$$Cota\ F = Cota\ B + D + cobertura$$

$$Cota\ F = 106.5441\ m$$

Cota E = elevación del ancho de corona del canal.

$$Cota\ E = Cota\ A + H$$

$$Cota\ E = 106.3360\ m$$

8. Cálculo de la longitud total de la alcantarilla

$$L = 2 \times Z \times (Cota\ F - Cota\ E) + ancho\ del\ camino$$

$$L = 6.62429\ m$$

$$L = 7\ m$$

9. Cálculo de la caída en la tubería

$$\Delta Z = LS_o$$

$$\Delta Z = 0.014\ m$$

10. Cálculo de la Cota C

$$Cota\ C = Cota\ B - \Delta Z$$

$$Cota\ C = 105.168\ m$$

11. Cálculo de la pendiente en la línea de energía

$$S_E = \left(\frac{vn}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$S_E = \left(\frac{1.096 * 0.014}{\left(\frac{0.7620}{4} \right)^{2/3}} \right)^2 =$$

$$S_E = 0.0021\ m$$

Nota: el $R=D/4$ por ser de sección circular y por trabajar a sección llena

12. Cálculo del hf_E

$$hf_E = LS_E$$

$$hf_E = 7 * 0.0021 =$$

$$hf_E = 0.0150 \text{ m}$$

13. Calculamos las perdidas asumidas del h_{T1} usando la ecuación: $h_{T1} = 1.5 h_v + hf_E$

$$h_{T1} = 1.5h_v + hf_E$$

$$h_{T1} = 1.5 * 0.0613 + 0.0150 =$$

$$h_{T1} = 0.1070 \text{ m}$$

14. Calculamos el nivel del agua a la salida de la alcantarilla, NASA:

$$NASA = NAEA - h_{T1}$$

$$NASA = 106.2067 - 0.1070 =$$

$$NASA = 105.9290 \text{ m}$$

15. Cálculo en la cota en D

$$CotaD = NASA - y$$

Donde:

$CotaD$ = elevación del fondo del canal después de la alcantarilla.

$$CotaD = 106.1128 - 0.7067 = 105.4061$$

y = tirante en el canal.

$$CotaD = 106.0997 - 0.7067 =$$

$$CotaD = 105.3930 \text{ m}$$

16. Cálculo de las longitudes de las transiciones

$$L1 = 3D \text{ o } 5' \text{ min}$$

$$3 * 0.762 = 2.286 \text{ m}$$

$$L2 = 4D \text{ o } 5' \text{ min}$$

$$4 * 0.762 = 3.048 \text{ m}$$

Se puede utilizar también la fórmulas de la ecuación de Hinds:

$$L = \frac{T - t}{2 * \tan 22.5^\circ}$$

$$L = \frac{2.2134 - 0.762}{2 \tan 22.5^\circ} = 1.75 \text{ m}$$

$$L = \frac{2.2134 - 0.7620}{2 * \tan 22.5^\circ} = 0.813591 \text{ m}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

17. Cálculo del talud de la transición

$$Z = \frac{L}{\text{Elev. A} - \text{Elev. B}}$$

Verificar que sea mayor que el talud 4:1, es decir $Z \geq 4$:

$$Z = \frac{1.75}{105.5 - 105.3528} = \boxed{3.1456 \text{ m}} \quad \boxed{\text{FALSO}}$$

18. Cálculo de las pérdidas reales utilizando la siguiente ecuación:

$$h_{T2} = Q^2 \left(\frac{0.0828(1 + k_e)}{D^4} + \frac{10.2907n^2L}{D^{16/3}} \right)$$

Donde:

h_{T2} = carga, en m.

K_e = coeficiente de pérdidas a la entrada.

D = diámetro de la tubería, en m.

n = coeficiente de rugosidad.

L = longitud de la alcantarilla, en m.

Q = caudal, en $\frac{m^3}{s}$

Reemplazando:

$$h_{T2} = 0.5^2 \left(\frac{0.0828(1 + 0.15)}{0.7620^4} + \frac{10.2907 * 0.014^2 * 7}{0.7620^{16/3}} \right)$$

$$\boxed{h_{T2} = 0.0856 \text{ m}}$$

19. Verificación del $h_{T2} \leq h_{T1}$

$$0.0856 \leq 0.1070$$

4.1.1.3 Diseño de las Tomas Laterales

Con base en los resultados del relevamiento de campo, esta fase del proyecto exige la instalación de diez derivaciones laterales. Estas estructuras se proyectarán en concreto reforzado, garantizando una resistencia de 210 kg/cm². Por lo tanto, se presentan a continuación los análisis hídricos y el diseño estructural correspondientes para cada unidad.

Figura 26:
Diseño y componentes de una toma lateral

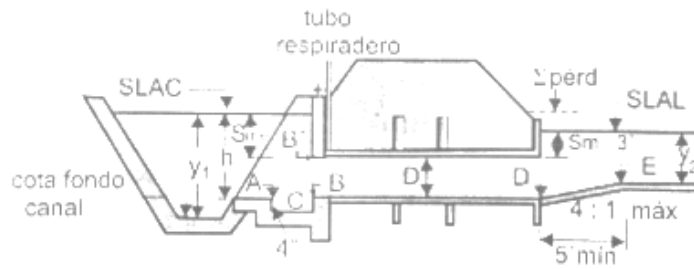


Figura 10.4 Elementos de una toma lateral

1. Procedimiento para el cálculo de las dimensiones de las Tomas laterales

A efectos de cálculo, se considerará los elementos de diseño de la toma lateral consignado en la Figura 10.4 del autor Máximo Villón, siendo así, se tiene los siguientes datos:

El canal trapezoidal posee las siguientes características:

$$Q = 0.50 \text{ m}^3/\text{s}; b = 0.90 \text{ m.}; S = 0.002; Z = 0.05; n = 0.025; y = 0.536; v = 0.7987 \text{ m/s}$$

Se advierte que el canal principal tiene un caudal $Q = 0.50 \text{ m}^3/\text{s}$, el derivará a un total de diez tomas laterales distribuidas en 2 km. Siendo así, cada toma derivaría $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ en promedio, que garantizará que el canal mantenga un caudal mínimo aguas abajo. Ello se logra regulando las compuertas y ajustando las derivaciones según la licencia de agua. Así también, cada toma lateral será distribuido cada 100 metros, a fin de evitar concentrar demasiadas derivaciones en un tramo corto.

En consecuencia, para el diseño de la toma lateral consiste en dimensionar la tubería, en diámetro y longitud, asimismo, calcular la velocidad en el conducto, las dimensiones de la caja, la sumergencia a la entrada y salida, las dimensiones de la transición de salida y su inclinación, así como, las cotas de fondo correspondiente, conforme se puede advertir de la figura 10.4

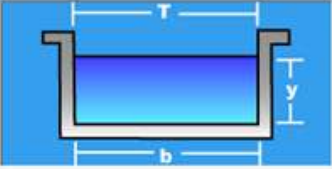
En concordancia, a las consideraciones de diseño del U.S Bureau of Reclamation se seguirá el siguiente proceso de cálculo:

Datos:

Datos del Canal Principal			Datos en el segundo canal		
Q1 =	0.5	m ³ /s	Q2 =	0.15	m ³ /s
b1 =	0.9	m	b2 =	0.5	m
S1 =	0.002		S2 =	0.002	
Z2 =	0.5		Z2 =	0	
n2 =	0.025		n2 =	0.014	
y1 =	0.536	m	y2 =	0.3414	m
v1 =	0.7987	m/s	v2 =	0.8789	m/s

Lugar:	AN JOSÉ DE MIRAFLORES	Proyecto:	TOMA LATERAL
Tramo:	2+000 - 2+200	Revestimiento:	

Datos:	
Caudal (Q):	0.15 m ³ /s
Ancho de solera (b):	0.50 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.002 m/m



Resultados:	
Tirante normal (y):	0.3414 m
Área hidráulica (A):	0.1707 m ²
Espejo de agua (T):	0.5000 m
Número de Froude (F):	0.4803
Tipo de flujo:	Subcrítico
Perímetro (p):	1.1827 m
Radio hidráulico (R):	0.1443 m
Velocidad (v):	0.8789 m/s
Energía específica (E):	0.3807 m-Kg/Kg

1.1. Para la velocidad de Conducto

Con el fin de procesar los modelos hidráulicos, se tomará como restricción una velocidad máxima de 1.07 m/s. Bajo esta premisa técnica, se garantiza que el flujo en el conducto no exceda el rango aconsejado durante la fase de cálculo.

Velocidad del Conducto:

$$V = 1.07 \text{ m/s}$$

1.2. Cálculo del área del área

$$A = Q/y$$

$$A = 0.1402 \text{ m}^2$$

1.3. Cálculo del diámetro de la tubería

Calculo del Diametro:

D =	0.4225	m
D =	16.6334	"

1.4. Redondear el diámetro de la tubería a uno superior inmediato que se encuentre disponible en el mercado

Asumiendo el diametro
inmediato superior:

D =	18	"
D =	0.4572	m

1.5. Recálculo de la velocidad

$$H_v = v^2/2g$$

Recálculo de velocidad:

V =	0.9137	m/s	OK
-----	--------	-----	----

1.6. Cálculo de la carga total $\Delta h = \left(1.5 + 0.028 \frac{L}{D^{1.333}}\right) \times h_v$

Datos:

Ke =	0.5	
L =	5	m
n =	0.015	
Sms =	0.0762	m
Lado de la caja de entrada (a)	0.1525	m
Cota fondo del canal	100	m.s.n.m
g =	9.81	

Calculo de la carga total :

$\Delta h =$	0.0808	m
--------------	--------	---

1.7. Cálculo de la semergencia a la entrada (Sme)

$$Sme = 1.78 \times h_v + 0.25 \text{ pies}$$

$$Sme = 1.78 \times h_v + 0.0762 \text{ m.}$$

Sme =	0.1519	m
-------	--------	---

1.8. Cálculo de la semergencia a la salida (Sms)

$$Sms = 0.0762 \text{ m } (3'')$$

Sms =	0.0762	m
-------	--------	---

1.9. Cálculo de los lados de la caja de entrada

$$b = D + 0.305 \text{ m } (D + 1')$$

b =	0.7622	m
-----	--------	---

1.10. Cálculo de la carga en la caja

$$Q = 1.84 \times B h^{\frac{3}{2}} \rightarrow h = \left(\frac{Q}{1.84 \times B} \right)^{\frac{2}{3}}$$

donde B , es la longitud de la cresta

h =	0.5028	m
-----	--------	---

1.11. Cálculo de cotas

$$\text{SLAC} = \text{Cota fondo del canal} + y_1$$

$$\text{Cota A} = \text{SLAC} - h$$

$$\text{Cota B} = \text{SLAC} - S_{me} - D$$

$$\text{Cota B}' = \text{Cota B} + D$$

$$\text{Cota C} = \text{Cota B} - 4 \text{ pulgadas} = \text{Cota B} - 0.1016 \text{ m.}$$

$$\text{SLAL} = \text{SLAC} - \Delta h$$

$$\text{Cota D} = \text{SLAL} - S_{ms} - D$$

$$\text{Cota E} = \text{SLAL} - y_2$$

CÁLCULO DE COTAS

SLAC =	100.536	msnm
Cota A =	100.0332	msnm
Cota B =	99.9269	msnm
Cota B' =	100.3841	msnm
Cota C =	99.8253	msnm
SLAL =	100.4552	msnm
Cota D =	99.9218	msnm
Cota E =	100.1138	msnm

1.12. Cálculo de compuerta mediante Hcanales

Compuerta

Oficio

Datos de la compuerta:

Ancho de la compuerta (b): m

Tirante aguas arriba (y1): m

Abertura de la compuerta (a): m

Coefficiente de contracción (Cc):

Ecuaciones:

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \text{ m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

para fines prácticos:

$$C_c = 0.62$$

$$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$$

b = ancho compuerta, m
a = abertura compuerta, m
y1 = tirante aguas arriba compuerta, m
Cd = coeficiente descarga
Cc = coeficiente contracción
Cv = coeficiente velocidad

Elementos de una compuerta

$y_2 = C_c \times a$

Resultados:

Coefficiente de velocidad (Cv):

Coefficiente de descarga (Cd):

Caudal (Q): m³/s

l/seg

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Los resultados obtenidos evidencian que el diseño del Canal de Miraflores contribuye de manera significativa a la mejora de la disponibilidad hídrica en el distrito de Aucallama, provincia de Huaura. Al recubrir una extensión de 2,960 metros lineales, se ha logrado elevar la eficiencia hidráulica de la infraestructura, reduciendo drásticamente la infiltración. Este resultado, fundamental para el cumplimiento de los objetivos de esta tesis, impacta positivamente en la dotación de agua para la provincia de Huaura. Al respecto, el estudio guarda coherencia con lo expuesto por Quenaya y Mamani (2025), estos autores recalcan que factores como la geometría del canal y la calidad del revestimiento final son piezas clave para asegurar que el recurso llegue a su destino sin pérdidas significativas.

Así también, se determinó el diseño de obras de arte complementarias, entre las que destacan la construcción de una transición de entrada, una rápida, una transición de salida, cuatro unidades de alcantarillas de concreto y diez tomas laterales. Estas estructuras cumplen un papel fundamental en la regulación del caudal, la conducción segura del agua y la distribución eficiente hacia las áreas de riego. Su incorporación al proyecto garantiza no solo la reducción de pérdidas por infiltración y conducción, sino también la sostenibilidad del sistema hidráulico, al permitir un mayor control operativo y un aprovechamiento óptimo del recurso hídrico en beneficio de los agricultores del centro poblado de Miraflores.

En la segunda etapa de mejora del Canal Miraflores – L1 Norte, se distingue un sistema de riego de 2,960 metros de longitud, con sección variable e irregular propia de un canal de tajo abierto. Hidráulicamente, se caracteriza por un ancho de solera de 0.90 m, un tirante de agua de 0.55 m., con una pendiente de 0.002 m/m o 0.2 % que asegura un régimen

subcrítico. Bajo estas premisas, el empleo de concreto estructural con resistencia de 175 kg/cm^2 y un espesor de 0.10 m resulta ser la solución técnica idónea para minimizar las pérdidas por conducción y fortalecer la integridad de la obra. Esta configuración técnica es fundamental para prolongar la vida útil de la infraestructura y mitigar eficazmente las mermas hídricas.

En conclusión, los resultados muestran que el diseño y las mejoras implementadas en el Canal de Miraflores, junto con las obras complementarias, cumplen con los objetivos técnicos de reducción de pérdidas y optimización del recurso hídrico, generando además beneficios socioeconómicos directos para la población agrícola de la zona. Este aporte se alinea con la literatura existente y constituye evidencia práctica para futuras intervenciones en sistemas de riego similares, consolidando la relevancia de la inversión en proyectos de gestión hídrica sostenible.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. La investigación corrobora la hipótesis planteada al demostrar que el diseño hidráulico del canal Miraflores potencia la gestión del agua en Huaral. El uso de revestimientos y estructuras complementarias resulta determinante para frenar las pérdidas de volumen hacia el subsuelo durante su trayecto. Esta mejora en la infraestructura permite que el recurso llegue a las parcelas de forma optimizada, promoviendo un uso racional y eficiente del agua de riego.
2. Asimismo, las características hidráulicas del canal —ancho de solera de 0.90 m, tirante de agua de 1.0681 m, espesor de revestimiento de 0.10 m y pendiente de 0.002 m/m con flujo subcrítico— aseguran la durabilidad de la infraestructura y consolidan su eficiencia operativa.
3. El diseño propuesto en la segunda etapa de mejoramiento cumple con la normativa peruana de hidráulica y garantiza un caudal suficiente para cubrir las necesidades de riego de aproximadamente 350 hectáreas agrícolas. La sección transversal seleccionada optimiza la conducción del agua, reduciendo pérdidas por infiltración y evaporación.
4. El cálculo hidráulico demostró que el canal mantiene velocidades dentro del rango recomendado, evitando tanto la sedimentación excesiva como la erosión de las paredes. Esto asegura una distribución uniforme del agua hacia las parcelas y mejora la eficiencia del sistema de riego.

5. El diseño de las transiciones permitió una adecuada conexión entre tramos de distinta geometría, reduciendo pérdidas de energía y evitando turbulencias excesivas. Las transiciones suavizadas contribuyen a mantener la estabilidad del flujo y prolongar la vida útil de la infraestructura.
6. La rápida diseñada cumple eficazmente su función de disipar energía en tramos con pendientes pronunciadas. Los cálculos hidráulicos confirmaron que las velocidades se mantienen dentro de rangos seguros, evitando erosión en el lecho y márgenes del canal. La incorporación de elementos disipadores asegura un control eficiente del flujo en condiciones de caudales máximos.
7. Se diseñaron cuatro unidades de alcantarillas de concreto y diez tomas laterales que garantizan una distribución equitativa del recurso hídrico hacia las parcelas agrícolas, con caudales regulados según la demanda. La inclusión de compuertas y dispositivos de control facilita la operación y el mantenimiento, promoviendo un uso racional del agua y reduciendo pérdidas por fugas o desbordes.
8. Finalmente, el impacto de estas mejoras trasciende el ámbito técnico, ya que la mayor disponibilidad de agua se traduce en un incremento de la productividad agrícola y se eleva la calidad de vida de las familias rurales en el sector de Miraflores. En consecuencia, el diseño del canal constituye un aporte directo al desarrollo sostenible de la comunidad, validando plenamente la hipótesis planteada y ofreciendo evidencia práctica para futuras intervenciones en sistemas de riego similares.

6.2 Recomendaciones

1. Ejecutar el revestimiento del Canal de Miraflores en los tramos definidos, priorizando aquellos con mayores pérdidas por infiltración, a fin de garantizar la eficiencia hidráulica y la sostenibilidad del sistema.
2. Efectuar una evaluación presupuestal con el software S10, con el fin de estimar de manera exacta los costos requeridos para la ejecución del proyecto.
3. Implementar un plan de mantenimiento periódico, que incluya limpieza de sedimentos, reparación de taludes y revisión de alcantarillas, asegurando la durabilidad del canal.
4. Dictar talleres a la Junta de Usuarios del Sector de Miraflores sobre el uso eficiente del agua y de las compuertas.
5. Programar revisiones anuales del concreto para sellar fisuras antes de que se generen infiltraciones.
6. Limpiar periódicamente la poza de disipación de energía (colchón amortiguador) al pie de la rápida para eliminar piedras que puedan fracturar la estructura por el impacto del agua.
7. Programar la remoción manual o mecánica de lodos del interior de las alcantarillas inmediatamente antes y después de la temporada de máximas avenidas o campañas de riego.
8. Evaluar anualmente si el caudal de diseño sigue siendo válido frente al cambio climático.

REFERENCIAS

6.3 Fuentes documentales

- Aragón, J. P. (2018). Análisis temporal del canal de riego Peribuela y su influencia en los sistemas agrícolas de la comunidad. *Anales Científicos*, 79(2), 328-333. doi: <https://doi.org/10.21704/ac.v79i2.1212>
- De La Cruz, S. (2021). Diseño del Canal de Huancar Bajo para la mejora de la disponibilidad hídrica, Paramonga, Barranca, 2021. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7565/TESIS%20DEXTRE%20MOTTA%20JIMMY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarez, C. & Rios, J. (2021). Modelamiento hidráulico y propuesta de canalización de la escorrentía superficial La Bartola que fluye de Sur a Norte en el Área Urbana del Municipio de El Zulia, Norte de Santander de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.ufps.edu.co/server/api/core/bitstreams/9d9908f8-dd30-4732-b1d2-2c979f2d07d7/content>
- Guayasamin, A. &. (2020). *Diseño hidráulico para el mejoramiento y rehabilitación del sistema de riego de la Comuna San Vicente Alto, ubicada en la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de Pichincha-Ecuador. (Tesis de grado)*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19353>
- Guevara, W. (2020). *Disposición hídrica por conectividad múltiple de los lagos caso: Alto Perú-Tumba de San Pablo*. Cajamarca.
- Ipurre, G. (2017). *Mejoramiento del sistema de riego para el sector Llushcapampa baja, distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, Región Cajamarca. Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3410/ipurre-tovar-gino-eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Llerena, L. (2017). *Mejoramiento del sistema de riego del canal Shumin - San Benito, sector San Benito, caserío de Coína, Distrito de Usquil - Otuzco La Libertad. Tesis de*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9287>
- Palomino, M., & Toapanta, M. (2015). *Mejoramiento de la conducción, reservorio y distribución de agua para riego en la Comunidad Las Cochas. (Tesis de grado)*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4506>
- Quenaya, V. &. (2025). *Diseño de canal de riego por gravedad con máxima eficiencia hidráulica en el centro poblado de Pacastiti del distrito de Asillo, Azángaro, Puno. Tesis de Grado, Universidad Continental, Huancayo, Junín*. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/item/b182244d-62c9-437f-9f30-74a86c6d33b5>
- Reyes, C. (2008). *Proyecto de mejoramiento de obras de riego por canalización, para un predio*

ubicado en la comuna de Santa Cruz. Tesis de grado de la Universidad de Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfcir457p/doc/bmfcir457p.pdf>

Villarreal, N. (2021). Plan de mejoramiento integral del sistema de riego por aspersión en la comunidad de Churo Alto del municipio de Tiraque. (Tesis de grado). Obtenido de <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/23535>

6.4 Fuentes bibliográficas

Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.

Carrasco, S. (2008). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.

Chereque, W. (1987). *Mecánica de Fluidos 2*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Hernandez, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. Mexico: Mc Graw Hill.

Rocha, A. (2007). *Hidráulica de tuberías y canales*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería Civil.

Rodriguez, P. (2008). *Hidráulica II*. Oaxaca - Mexico: Instituto Tecnológico de Oaxaca.

Ven Te, C. (1994). *Hidráulica De Canales Abiertos*.

Villón, M. (2005). *Diseño de Estructuras Hidráulicas*. 185.

Villón, M. (2008). *Hidráulica de Canales*. Obtenido de https://carlosquispeanccasi.files.wordpress.com/2011/12/hidraulica_ruiz.pdf

6.5 Fuentes electrónicas

España, G. d. (30/03/2024 de marzo de 2024). *Confederación Hidrográfica de Guadalquivir*. Obtenido de <https://www.chguadalquivir.es/glosario-del-agua>

Glosario de Riego. (s.f.). Obtenido de <https://www.riego.org/glosario/>

Losada, A. (1997). *Glosario sobre sistema de riego. Ingeniería del agua*. (Vol.4, Editor) doi: <https://doi.org/10.4995/ia.1997.2736>

Másters, T. y. (2024). *¿Qué son las técnicas de investigación? Tipos y ejemplos*. Obtenido de <https://tesisymasters.com.co/tecnicas-de-investigacion/>

ANEXOS

Anexo1: Instrumento para la toma de datos

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Civil



Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama -
Huaral, 2024

Instrumento para la recolección de datos

El presente cuestionario es parte de una investigación que tiene por finalidad obtener información relacionada al Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Huaral, 2024.

VARIABLE 1: DISEÑO DE CANAL			
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR	DATOS
01	Diseño hidráulico	Tipo	
		Tipo rectangular	
		Tipo Trapezoidal	X
		Tipo Circular	
		Tipo Triangular	
		Ancho (m)	
		Profundidad (m)	
02	Infraestructura de riego	Alcantarillas	
		Ancho (m)	
		Material	
		Tomas Laterales	
		Ancho (m)	
		Material	
		Acero	
		Rápida	
		Ancho (m)	
		Material	
		Acero	
VARIABLE 2: GESTIÓN DEL AGUA			
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR	DATOS
03	Disponibilidad del agua en el Sector de Miraflores Norte	Caudal de ingreso (m3/s)	
		Caudal de salida (m3/s)	
04	Incremento de la producción agrícola	Época de crecida (m3/s)	
		Época de estiaje (m3/s)	

Anexo 2: Validación de instrumentos – Experto 1

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Civil



Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama
- Huaral, 2024

Instrumento para la recolección de datos

El presente cuestionario es parte de una investigación que tiene por finalidad obtener información relacionada al **Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Huaral, 2024**.

VARIABLE 1: DISEÑO DE CANAL				
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR		DATOS
01	Diseño hidráulico	Tipo		
		Tipo rectangular		
		Tipo Trapezoidal		
		Tipo Circular		
		Tipo Triangular		
		Ancho (m)		
		Profundidad (m)		
02	Infraestructura de riego	Alcantarillas		
		Ancho (m)		
		Material		
		Tomas Laterales		
		Ancho (m)		
		Material		
		Acero		
VARIABLE 2: GESTIÓN DEL AGUA				
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR		DATOS
03	Disponibilidad del agua en el Sector de Miraflores Norte	Caudal de ingreso (m3/s)		
		Caudal de salida (m3/s)		
04	Incremento de la producción agrícola	Epoca de crecida (m3/s)		
		Epoca de estiaje (m3/s)		

[Firma]
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
C.I. 400023

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Samay Octavio Edwin Nél
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Especialista de Calidad
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Civil
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Huaral, 2024.

II. INSTRUCCIONES

Buenos días/tardes Ingeniero, Le saludo cordialmente y me permito solicitarle su colaboración en el presente trabajo académico, a efectos de que, en base a su experiencia y reconocimiento, evalúe la validez de la presente Ficha de cotejo que adjunto, junto con la matriz de consistencia. Le agradezco sus observaciones y sugerencias llenando los cuadros, considerando el intervalo establecido. Muchas gracias.

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%					Regular 21-40%					Buena 41-60%					Muy Buena 61-80%					Excelente 81-100%				
			0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96					
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100					
1	Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.																	78								
2	Objetividad	Esta expresado en conductas observables																		81							
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.																		84							
4	Organización	Existe una organización lógica en los instrumentos																	79								
5	Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																	80								
6	Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.																		84							
7	Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos																			87						
8	Coherencia	Entre los ítems, indicadores y dimensiones.																		89							
9	Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																			85						


SUSANA PATRICIA LIMA
14/07/2024

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- ☒ El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- ☐ El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.


SUSANA PATRICIA LIMA
14/07/2024

Firma del experto informante

Anexo 3: Validación de instrumentos – Experto 2

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Civil



Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama
- Huaral, 2024

Instrumento para la recolección de datos

El presente cuestionario es parte de una investigación que tiene por finalidad obtener información relacionada al **Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Huaral, 2024**.

VARIABLE 1: DISEÑO DE CANAL				
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR		DATOS
01	Diseño hidráulico	Tipo		
		Tipo rectangular		
		Tipo Trapezoidal		
		Tipo Circular		
		Tipo Triangular		
		Ancho (m)		
		Profundidad (m)		
02	Infraestructura de riego	Alcantarillas		
		Ancho (m)		
		Material		
		Tomas Laterales		
		Ancho (m)		
		Material		
		Acero		
VARIABLE 2: GESTIÓN DEL AGUA				
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR		DATOS
03	Disponibilidad del agua en el Sector de Miraflores Norte	Caudal de ingreso (m3/s)		
		Caudal de salida (m3/s)		
04	Incremento de la producción agrícola	Época de crecida (m3/s)		
		Época de estiaje (m3/s)		


LUIS EDUARDO
ESPINOZA NÚÑEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 218151

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Espinoza Núñez Luis Eduardo
- 1.2. Cargo e institución donde labora: EPS SERASA S.A.
- 1.3. Especialidad del validador: Inj. Civil
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Huaral, 2024.

II. INSTRUCCIONES

Buenos días/tardes Ingeniero. Le saludo cordialmente y me permito solicitarle su colaboración en el presente trabajo académico, a efectos de que, en base a su experiencia y reconocimiento, evalúe la validez de la presente Ficha de cortejo que adjunto, junto con la matriz de consistencia. Le agradezco sus observaciones y sugerencias llenando los cuadros, considerando el intervalo establecido. Muchas gracias.

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%					Regular 21-40%					Buena 41-60%					Muy Buena 61-80%					Excelente 81-100%				
			0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	100				
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100					
1	Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.																79									
2	Objetividad	Esta expresado en conductas observables.																80									
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.																75									
4	Organización	Existe una organización lógica en los instrumentos.																79									
5	Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																75									
6	Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.																	82								
7	Consistencia	Basados en aspectos teórico-científicos.																74									
8	Coherencia	Entre los índices, indicaciones y dimensiones.																75									
9	Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																	78								


 LUIS EDUARDO
 ESPINOZA NÚÑEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218151

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- (X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.


 LUIS EDUARDO
 ESPINOZA NÚÑEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218151
 Firma del Experto Informante

Anexo 4: Validación de instrumentos – Experto 3

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Civil



Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama
- Huaral, 2024

Instrumento para la recolección de datos

El presente cuestionario es parte de una investigación que tiene por finalidad obtener información relacionada al **Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Huaral, 2024**.

VARIABLE 1: DISEÑO DE CANAL			
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR	DATOS
01	Diseño hidráulico	Tipo	
		Tipo rectangular	
		Tipo Trapezoidal	
		Tipo Circular	
		Tipo Triangular	
		Ancho (m)	
		Profundidad (m)	
02	Infraestructura de riego	Alcantarillas	
		Ancho (m)	
		Material	
		Tomas Laterales	
		Ancho (m)	
		Material	
		Acero	
VARIABLE 2: GESTIÓN DEL AGUA			
ITEM	DIMENSIÓN	INDICADOR	DATOS
03	Disponibilidad del agua en el Sector de Miraflores Norte	Caudal de ingreso (m3/s)	
		Caudal de salida (m3/s)	
04	Incremento de la producción agrícola	Época de crecida (m3/s)	
		Época de estiaje (m3/s)	


CARLOS GUEVARA CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 220310

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Danny Santos Guevara Castillo
- 1.2. Cargo e institución donde labora:
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Civil
- 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de observación
- 1.5. Título de la investigación: Diseño del Canal de Riego Miraflores para potenciar la gestión del agua en el distrito de Aucallama - Hualal, 2024.

II. INSTRUCCIONES

Buenos días/tardes Ingeniero. Le saludo cordialmente y me permito solicitarle su colaboración en el presente trabajo académico, a efectos de que, en base a su experiencia y reconocimiento, evalúe la validez de la presente Ficha de cotejo que adjunto, junto con la matriz de consistencia. Le agradezco sus observaciones y sugerencias llenando los cuadros, considerando el intervalo establecido. Muchas gracias.

N°	CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%				Regular 21-40%				Buena 41-60%				Muy Buena 61-80%				Excelente 81-100%			
			0	6	12	16	22	26	32	36	42	46	52	56	62	66	72	76	82	86	92	96
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.															10					
2	Objetividad	Esta expresado en conductas observables															30					
3	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.															76					
4	Organización	Existe una organización lógica en los instrumentos															35					
5	Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.															35					
6	Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.																81				
7	Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos															54					
8	Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.															71					
9	Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.															80					

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- ☒ El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- ☐ El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.


 DANNY S. GUEVARA CASTILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 220310

Firma del experto informante

Anexo 5. Resumen de la validación mediante Juicio de Expertos

Tabla Binominal de Juicio de Expertos

JUECES	INDICADORES	A	B	C	TOTAL	Proporción de Concordancia (P)
Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.	0.78	0.79	0.78	2.35	0.78
Objetividad	Esta expresado en conductas observables	0.82	0.80	0.80	2.42	0.80
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.	0.84	0.75	0.76	2.35	0.78
Organización	Existe una organización lógica en los instrumentos	0.79	0.79	0.75	2.33	0.77
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.	0.80	0.75	0.75	2.30	0.76
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.	0.84	0.82	0.81	2.47	0.82
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos	0.89	0.74	0.77	2.40	0.80
Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.	0.84	0.75	0.79	2.38	0.79
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.	0.85	0.78	0.80	2.43	0.81
Total		7.45	6.97	7.01		7.14
Es válido si P es ≥ 0.50						P= 0.78

Conclusión:

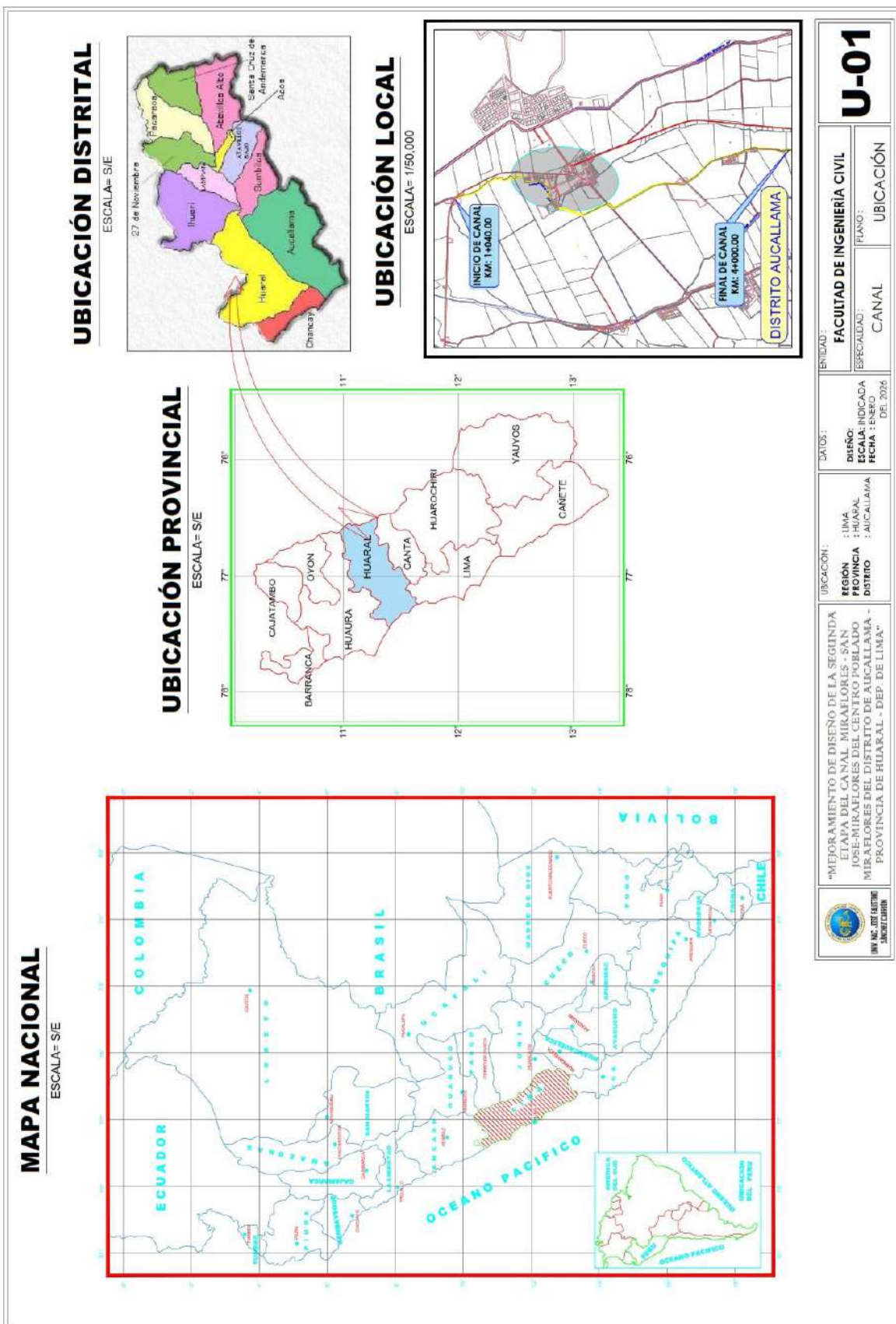
Ya que tenemos un p igual a 0.78 y este es mayor que 0.50 se concluye que los formatos son válidos para su uso en el trabajo de investigación.


 LUIS EDUARDO
 ESPINOZA NÚÑEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 218151
 Firma del Experto Informante

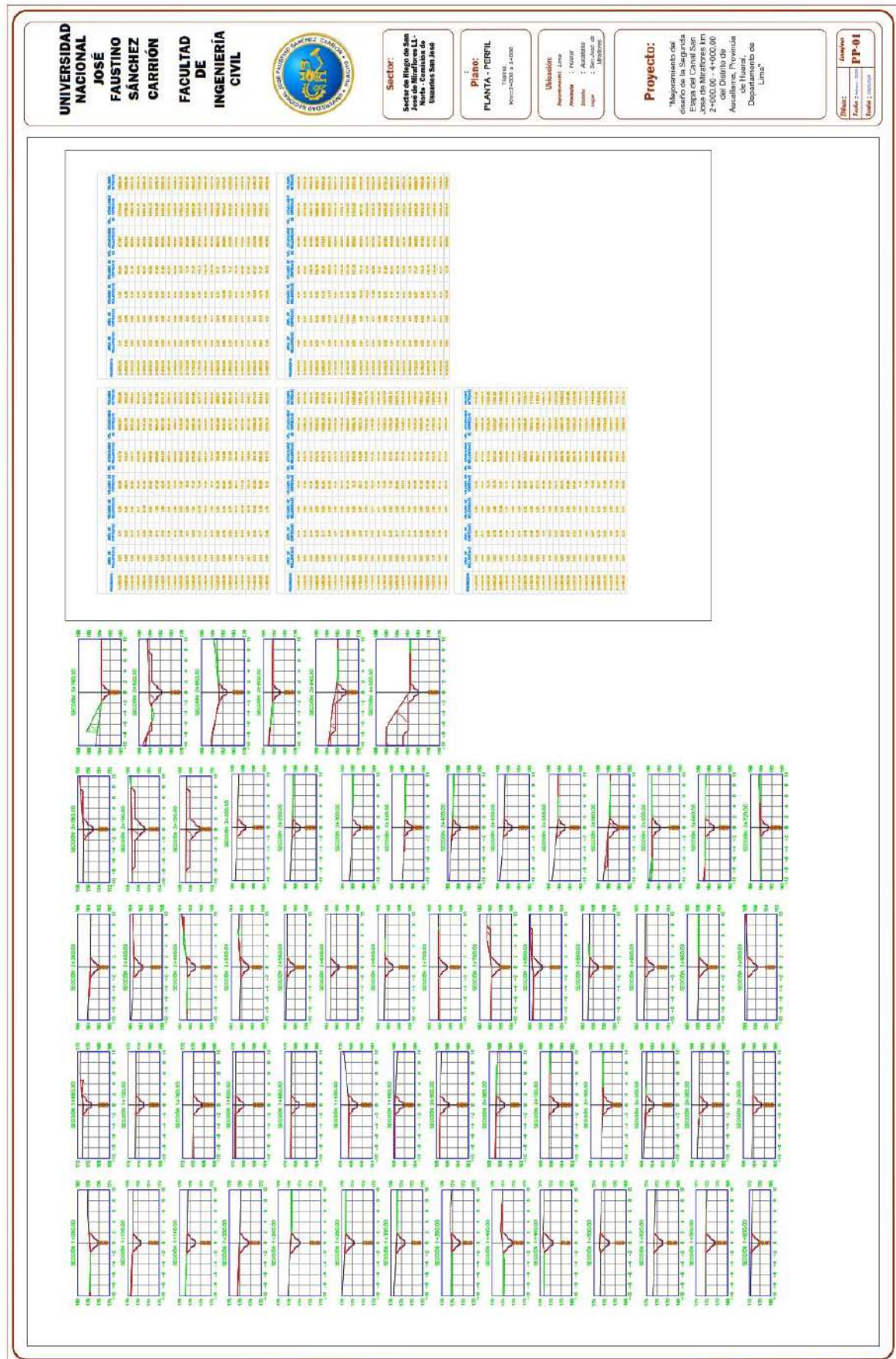

 GUAYANA
 SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN
 14/11/2013


 GUAYANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 220310

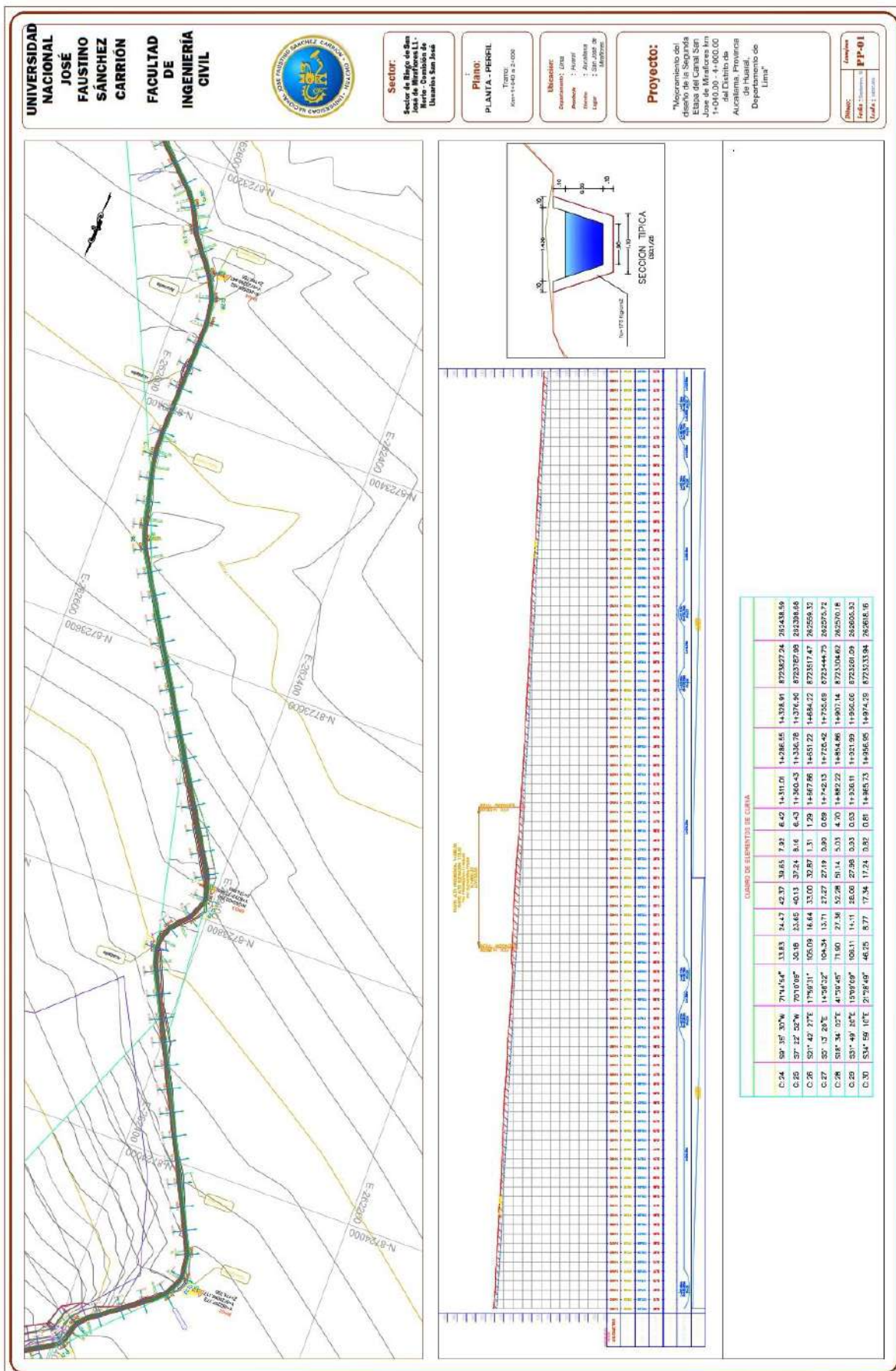
Anexo 6. Plano de ubicación



Anexo 7. Plano Topográfico



Anexo 8. Plano de Planta del Canal Miraflores L1-Norte



Anexo 9. Plano de de Corte del Canal Miraflores L1-Norte

[illegible]

Anexo 9. Panel Fotográfico



Figura 1: Se observa realizando la topografía del canal Miraflores



Figura 2: Se observa donde inicia el canal para su ejecución



Figura 3: Se observa el canal lleno de malezas y arbustos



Figura 4: Se observa el canal saturado de residuos no hay fluido del agua



Figura 5: Se observa el canal de la cota +2000.00 lleno de malezas



Figura 6: Se observa el canal de tierra pendiente de diseño y construcción



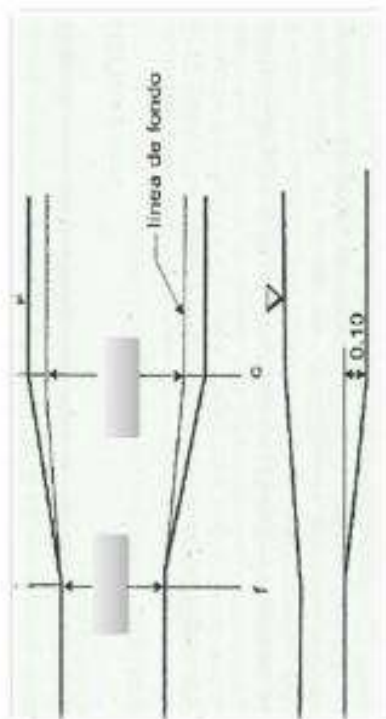
Figura 7: Se observa la alcantarilla y la compuerta del canal de tierra pendiente de diseño y construcción



Figura 8: Se observa la compuerta de las tomas laterales pendiente de mejoramiento.

Anexo 10: Hojas de cálculo de las obras hidráulicas

DISEÑO HIDRÁULICO DE UNA TRANSICIÓN



DISEÑAR

TRANSICIÓN RECTA
TRANSICIÓN ALABEADADATOS
COEFICIENTE DE ENTRADA

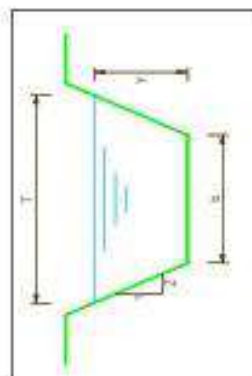
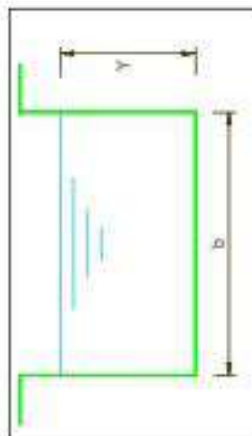
K 0.2

DESNIVEL ENTRE AMBOS TRAMOS

H=Δh 0.1

CANAL TRAPEZOIDAL				
Q	0.5			
b	0.9			
Z	0.5			
n	0.025			
S	0.002			

CANAL RECTANGULAR				
Q	0.5			
b	0.8			
Z	0			
n	0.014			
S	0.002			



SOLUCIÓN

PARA LA SECCIÓN RECTANGULAR

cálculo del tirante normal y_n

Aplicando ecuación de Manning

$$\frac{A^5}{P^2} = \left(\frac{Qn}{S^2} \right)^3$$

El tirante lo calculo con el Hcanales

 y_n 0.5258 m

$$A = by$$

A 0.42048 m²

PARA LA SECCIÓN TRAPEZOIDAL

cálculo del tirante normal y_n

Aplicando ecuación de Manning

$$\frac{A^5}{P^2} = \left(\frac{Qn}{S^2} \right)^3$$

El tirante lo calculo con el Hcanales

 y_n 0.538 m

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

A 0.626048 m²

DISEÑO DE UNA TRANSICIÓN RECTA

Cálculo de la longitud de la transición

$$L = \frac{y_1 - y_2}{2} \cdot \frac{71 - 72}{2} \cdot \frac{1}{\cos 22^\circ 30'}$$

L 0.767756 m

Redondeando

L 0.8 m

DISEÑO DE UNA TRANSICIÓN ALABEADA

Cálculo de la longitud de la transición

$$L = 4.7b + 1.65Zy_1^2$$

L 0.6772 m

Redondeando

L 1 m

$$b = \frac{Ac - bf}{2}$$

b 0.05 m

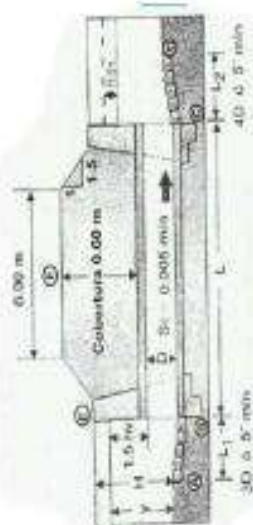
$$mb = 0.8 - 0.2n\sqrt{Zc}$$

DISEÑO DE ALCANTARILLA

Datos del canal	
Q =	0.5 m ³ /s
b =	0.9 m
z =	0.5
n =	0.025
s =	0.002

Datos de la alcantarilla para el cruce de un camino	
n =	0.014
so =	0.002
L1 =	
L2 =	
Cota fondo canal =	100.5 m

Datos del camino	
ancho camino =	6 m
s (porla camino) =	1.5 %
cobertura =	0.6 m



Alcantarilla para el cruce de un camino

1. CALCULAMOS LAS DIMENSIONES DEL CANAL

$$\left(\frac{Qn}{S^{0.5}}\right)^3 = \frac{A^3}{P^2} = \frac{(b + zy)^3 y^3}{(b + 2y(1 + z^2)^{0.5})^2}$$

$$A^3 S = (b + zy)^3 y^3 \quad 0.0062$$

$$P^2 = (b + 2y(1 + z^2)^{0.5})^2 \quad 4.4038$$

$$\left(\frac{Qn}{S^{0.5}}\right)^3 = P^2 y^3 \quad 0.021857$$

yn (m)	0.350	fy = A ^{0.5} P ^{0.2}	0.021858	m	p1 =	2.0083	m
yn1 =		0.336		m2	R1 =	0.2083	m
A1 =		0.0260		m	V1 =	0.7087	m/s
F1 =		1.436		m	E1 =	0.5083	m-Kg/Kg

2. CALCULAMOS LAS DIMENSIONES DE LA ALCANTARILLA

$$V_{máx} = 1.52 \text{ m/s} \quad (\text{transición concreto})$$

$$D = 27 \text{ pulg}$$

$$D = 30 \text{ pulg}$$

$$D = 0.7620 \text{ m}$$

3. CALCULAMOS EL AREA DE LA ALCANTARILLA

$$A = \pi \frac{D^2}{4} \quad A = 0.4560 \text{ m}^2$$

4. CALCULAMOS LA VELOCIDAD EN LA ALCANTARILLA

$$V = \frac{Q}{A} \quad V = 1.0954 \text{ m/s}$$

5. CALCULAMOS LA CARGA DE VELOCIDAD EN LA ALCANTARILLA

$$hv = \frac{V^2}{2g} \quad hv = 0.0613 \text{ m}$$

6. CALCULAR LA ELEVACION DEL NIVEL DE AGUA EN LA ENTRADA DE LA ALCANTARILLA

$$NAEA = \text{elevación del nivel de agua en el canal, a la entrada de la alcantarilla.}$$

$$NAEA = \text{Cota fondo canal} + yn$$

$$NAEA = 100.0580 \text{ m}$$

7. CÁLCULO DE COTAS

$$\text{Cota B} = \text{elevación del fondo de la tubería al inicio de la alcantarilla.}$$

$$\text{Cota B} = NAEA - 1.5hv = 99.84$$

Transición de tierra		Transición concreto		Tuberías		
Qn1/s	Caída (m/s)	Qn1/s	Caída (m/s)	Diámetro (pulg)	Diámetro (m)	Área (m ²)
0 - 0.35	0 - 0.113	0.350 - 0.175	0.113 - 0.175	12	30.48	0.875
0.350 - 0.175	0.175 - 0.200	0.175 - 0.200	0.200 - 0.200	18	45.72	1.64
0.175 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	24	60.96	2.99
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	30	76.20	3.84
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	36	91.44	5.52
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	42	106.68	8.84
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	48	121.92	12.19
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	54	137.16	16.73
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	60	152.40	21.51
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	66	167.64	26.53
0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	0.200 - 0.200	72	182.88	32.82

$$\text{Cota B} = 305.1821 \text{ m}$$

Cota F = elevación de la carretera o fondo del canal a travésar.

Cota F = Cota B + D + cobertura

$$\text{Cota F} = 305.5441 \text{ m}$$

Cota E = elevación del ancho de corona del canal.

Cota E = Cota A + H

$$\text{Cota E} = 305.3569 \text{ m}$$

8. CÁLCULO DE LA LONGITUD TOTAL DE LA ALCANTARILLA

$L = 2 \times Z \times (\text{Cota F} - \text{Cota E}) + \text{ancho del camino}$

$$L = 6.02420 \text{ m}$$

$$L = 7 \text{ m}$$

9. CÁLCULO DE LA CAÍDA EN LA TUBERÍA

$$\Delta Z = 1.5 S_o$$

$$\Delta Z = 0.014 \text{ m}$$

10. CÁLCULO DE LA COTA C

Cota C = Cota B - ΔZ

$$\text{Cota C} = 303.168 \text{ m}$$

11. CÁLCULO DE LA PENDIENTE DE LA LÍNEA DE ENERGÍA

$$S_e = \left(\frac{m}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$S_e = \left(\frac{1.046 \times 0.014^2}{\left(\frac{0.7620}{4} \right)^{2/3}} \right)^2 =$$

$$S_e = 0.0021 \text{ m}$$

Nota: el $h=0.3$ por ser de sección circular y por trabajar a sección llena

12. CÁLCULO DEL h_f/E

$$h_{fE} = L S_o$$

$$h_{fE} = 7 \times 0.0021 =$$

$$h_{fE} = 0.0150 \text{ m}$$

13. CALCULAMOS LAS PÉRDIDAS ASUMIDAS DEL h_{f1} USANDO LA ECUACIÓN:

$$h_{f1} = 1.5 h_p + h_{fE}$$

$$h_{f1} = 1.5 \times 0.0613 + 0.0150 =$$

$$h_{f1} = 0.1070 \text{ m}$$

$$h_{f1} = 1.5 h_p + h_{fE}$$

MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR

ORCI : 0000-0002-2387-2296

Maestro. Jorge Antonio Sanchez Guzman
PRESIDENTE


Ing. CIP Oscar Arturo Collantes Diaz
Ingeniero Industrial
Reg. CIP N° 180523

Maestro. Oscar Arturo Collantes Diaz
SECRETARIO


Jaime Ulices Romero Menacho
DOCENTE

Maestro. Jaime Ulices Romero Menacho
VOCAL