



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

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



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ID. N° 97819374

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento de INFORME FINAL DE TESIS cuyo título es:

**EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA EN EL
SISTEMA DE RIEGO ANCARPAMPA, DISTRITO DE CHIPAO,
PROVINCIA DE LUCANAS, REGIÓN AYACUCHO**

presentado por:

MALQUI CALDERON, ANTONIO MANUEL

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es de **6% de similitud**, por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 20 de marzo de 2023

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACION


Dr. Edith Isabel Guerra Landa
DIRECTORA

DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



Evaluación Hidrológica e Hidráulica para el Mejoramiento de la
Eficiencia Hidráulica en el Sistema de Riego Ancarpampa, distrito
de Chipao, provincia de Lucanas, Región Ayacucho

Línea de investigación:

Recursos hídricos, riesgo de desastres y cambio climático

INFORME FINAL DE TESIS

AUTOR:

BACH. ANTONIO MANUEL MALQUI CALDERÓN

Ica, Perú

2023

Dedicatoria

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis sueños

Agradecimientos

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas que con su sabiduría se han esforzado por guiarme hasta el punto en el que me encuentro.

No ha sido sencillo, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación, he podido lograr importantes objetivos como este.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Situación problemática	10
1.2 Antecedentes de la investigación.....	10
1.2.1 Antecedentes a nivel internacional.....	10
1.2.2 Antecedentes a nivel nacional	11
1.2.3 Antecedentes a nivel local.....	11
1.3 Justificación e importancia de la investigación	12
1.3.1 Justificación.....	12
1.3.2 Importancia	12
1.4 Hipótesis de la investigación	12
1.4.1 Hipótesis general.....	12
1.4.2 Hipótesis específicas	12
1.5 Objetivos de la investigación.....	13
1.5.1 Objetivo general	13
1.5.2 Objetivos Específicos.....	13
1.6 Contenido de capítulos	13
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	15
2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación	15
2.1.1 Tipo de investigación	15
2.1.2 Nivel de investigación.....	15
2.1.3 Diseño de investigación:	15
2.2 Población y muestra de la investigación.....	15
2.2.1 Población de la investigación.....	15
2.2.2 Muestra de la investigación.....	15
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
2.3.1 Técnicas de recolección de datos	16
2.3.2 Instrumentos de recolección de datos.....	16
2.4 Diseño metodológico.....	16
2.5 Contexto de la Investigación	17
2.5.1 Delimitación del proyecto.....	17

2.6	Metodología como se realizó la investigación.....	19
2.7	Verificación de hipótesis.	53
III.	RESULTADOS	55
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
V.	CONCLUSIONES	60
VI.	RECOMENDACIONES	62
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
VIII.	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I Precipitación total mensual (mm) – año promedio histórico 1964 – 2002	22
Tabla II Temperatura medio mensual (°C) – año promedio histórico.....	22
Tabla III Distribución de la humedad relativa media mensual (%)	22
Tabla IV Distribución de la evaporación total mensual (mm)	23
Tabla V Resultados de los aforos in situ de la segunda visita.....	40
Tabla VI Resumen de resultados.....	40
Tabla VII Longitud y caudal máximos recomendables en surcos de riego según la pendiente y textura del suelo	41
Tabla VIII Secciones hidráulicas del canal	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Mapa provincial de Lucanas y distrito de Chipao	17
Fig. 2. Mapa del distrito de Chipao.....	18
Fig. 3. Ubicación de la zona del proyecto C.P. de Santa rosa de hipao	19
Fig. 4. Representación topológica del modelo hidrológico cuenca Pampas en WEAP	23
Fig. 5. Ubicación y Fisiografía de las Sub Cuencas Río Pampas.....	24
Fig. 6. Captación en la Quebrada Ancarpampa Progresiva 0+00	29
Fig. 7. Vista General de la Captación en la Quebrada y Manantial	29
Fig. 8. Primer tramo del Canal en Tierra: Progresiva 0+00 hasta 0+761.96.....	30
Fig. 9. Canal revestido de concreto, al terminar el Segundo Tramo del Canal en Tierra en la Progresiva 1+822.10	31
Fig. 10. Punto final del Tercer Tramo del canal en tierra, en la progresiva 2+561.90.....	31
Fig. 11. Vista de la toma del canal en tierra, en la Progresiva 2+561.90.....	32
Fig. 12. Vista de la toma lateral	32
Fig. 13. Relación de Cuadrantes del ámbito de la cuenca Río Pampas.....	33
Fig. 14. Ubicación de la Quebrada Ancarpampa en la Sub Cuenca Río Sondondo.....	34
Fig. 15. Criterios y valores numéricos para la ecuación de Cowan material del cauce	36
Fig. 16. Niveles medios y actuales en una sección transversal	38
Fig. 17. Sección de surcos de riego.....	41
Fig. 18. Cálculo hidráulico del Tramo 1 del Canal (Zona de Rápidas).....	46
Fig. 19. Cálculo hidráulico del Tramo 2 del Canal	46
Fig. 20. Cálculo hidráulico del Tramo 3 del canal (Zona de Rápidas).....	47
Fig. 21. Cálculo hidráulico del Tramo 4 del Canal	47
Fig. 22. Cálculo hidráulico del Tramo 5 del Canal	48
Fig. 23. Cálculo hidráulico del Tramo 6 del Canal	48
Fig. 24. Sección Típica del Canal	50
Fig. 25. Poza disipadora de energía	52

RESUMEN

En la presente investigación evaluación hidrológica e hidráulica para el mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el sistema de riego Ancarpampa, distrito de Chipao, provincia de Lucanas, región Ayacucho, siendo el objetivo realizar la evaluación hidrológica e hidráulica para proponer mejoras a la eficiencia hidráulica del actual sistema de riego, Se considera una investigación aplicada, de enfoque cualitativo, mediante algoritmos de cálculo y mediciones para desarrollar la evaluación. El nivel es descriptivo y correlacional.

Como principal resultado se encontró deficiencias en el funcionamiento de la captación debido al deterioro y antigüedad; ineficiencia hidráulica por la irregularidad del canal en algunos tramos; fuertes pendientes; deterioros y filtraciones en el reservorio, así como deficiencias constructivas en tomas laterales. La evaluación hidráulica concluyó en realizar nuevos diseños hidráulicos que modificaron los regímenes de flujo.

Palabras Clave: evaluación, hidrología, hidráulica, eficiencia, canales

ABSTRACT

In the present investigation, hydrological and hydraulic evaluation for the improvement of hydraulic efficiency in the Ancarpampa irrigation system, Chipao district, Lucanas province, Ayacucho region, the objective being to carry out the hydrological and hydraulic evaluation to propose improvements to the hydraulic efficiency of the current irrigation system, It is considered an applied research, with a qualitative approach, through calculation algorithms and measurements to develop the evaluation. The level is descriptive and correlational.

As a main result, deficiencies were found in the functioning of the catchment due to deterioration and age; hydraulic inefficiency due to the irregularity of the channel in some sections; steep slopes; deterioration and leaks in the reservoir, as well as constructive deficiencies in lateral intakes. The hydraulic evaluation concluded in making new hydraulic designs that modified the flow regimes.

Keywords: evaluation, hydrology, hydraulics, efficiency, channels

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

Respecto a la realidad problemática de la zona de estudio se considera que la principal limitación al desarrollo de la agricultura en el anexo de Santa Rosa, es el no aprovechamiento de la mayor cantidad del agua superficial a partir de los meses de setiembre al mes de diciembre como consecuencia de la pérdida del agua en la infraestructura de la captación y conducción del sistema de riego existente lo cual limita la campaña agrícola, al no llegar a satisfacer las demandas para uso agrícola, situación que cada vez se hace más crítica.

1.2 Antecedentes de la investigación

Dentro de los aspectos científicos o antecedentes de la presente investigación, puedo mencionar:

1.2.1 Antecedentes a nivel internacional

En 2018, E. Fonseca Mota y L. Sánchez [1], mediante los principios de la optimización hidráulica y aspectos económicos se buscó mejorar el funcionamiento del canal ubicado en Tarifa perteneciente al cantón Samborondón, teniendo en consideración todos los parámetros a tratarse realizando un análisis comparativo entre un revestimiento de suelo – cemento y sin revestir (en tierra). En una de las principales conclusiones se afirma que la velocidad superficial con respecto a la velocidad media en la modelación hidráulica ha demostrado ser superior. La rugosidad “n” en el modelo hidráulico de la velocidad media obtenida está en el rango de 0.0108 a 0.012, mientras que la rugosidad “n” en el modelo hidráulico con la velocidad superficial está en el rango de 0.0069 a 0.0083. Esto se debe a que la velocidad superficial es mayor a la velocidad media.

En 2015, W.M. Baltodano Quintero y S. del S. Morales Núrinda [2], el objeto del estudio es analizar la problemática actual de operación y evaluar el funcionamiento de un canal de un kilómetro de longitud, ubicado en la ciudad de Sandino (Nicaragua), respecto al proyecto de diseño original. Habiendo reconocido los inconvenientes y limitaciones inherentes a su capacidad de conducción, se proponen una serie de modificaciones para reducir estos inconvenientes, realizar el mejoramiento de las eficiencias de conducción y distribución, así como también mejorar la capacidad de conducción del Canal Principal Humaya. El diseño, basado exclusivamente en un sistema unificado, debe complementarse con un estudio integral del comportamiento del canal en flujo gradualmente variable, a fin de integrar la influencia de obras de control (estructuras de protección, distribución y cruce), debido a que la incorporación de las fuerzas de inercia y presión, da como

resultado que la línea de la superficie libre del agua y la base del canal no sean paralelas.

1.2.2 Antecedentes a nivel nacional

En 2017, Llerena [3], tiene como objetivo el mejoramiento del canal de riego Shumin, ubicado en el distrito de Usquil, La Libertad, el cual contempla el diseño de un canal revestido en concreto, así mismo de otras obras que forman parte de la infraestructura. Los métodos de diseño están respaldados por cálculos matemáticos adecuados que brindan un adecuado manejo hidráulico y estructural que asegura un buen desempeño y disponibilidad del recurso hídrico para las tierras de cultivo. “Los criterios de diseño se encuentran apoyados en sus respectivos cálculos matemáticos asegurando un adecuado desempeño hidráulico y estructural que garantice la buena operación y disponibilidad del recurso hídrico para los terrenos de cultivo.

En 2018, Gutiérrez [4], buscó realizar el diseño del canal de riego para el Caserío Ochape bajo ubicado en el Distrito de Cascas, de tal forma que cumpla con las normas establecidas por la Autoridad Nacional del Agua. Conforme con la producción agrícola que se obtendrá en esas 150 hectáreas, se necesita abastecer con un caudal mínimo de 235 litros por segundo y la demanda del río en periodos de menos caudal es de 500 litros por segundo. Acorde a los estudios que se han realizado, se obtiene como resultado una variación de las alturas del canal, para ello se toma la parte de mayor elevación porque será el punto donde se presentará el mayor caudal de diseño.

1.2.3 Antecedentes a nivel local

En 2016, P. A. Tello Sánchez y F. Sánchez Ayala [5], el objetivo se basa en el diseño hidráulico de las obras de captación y conducción para el uso de un nuevo sistema de riego en una tierra de cultivo de 100 Ha para palta, ubicado en el distrito de Luricocha de la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho. Por ellos, se realizará un estudio hidrológico con el objetivo de obtener los datos hidrológicos requeridos para este diseño. Finalmente, para conocer la cantidad de agua que se necesita tomar de los cauces del río cada mes, se realiza un segundo Balance Hídrico, en el que se observa que el caudal principal para cubrir la demanda requerida es de 0.10 m³/ s. Sin embargo, este caudal puede ser proporcionado por el río todos los meses excepto agosto y septiembre, meses en los cuales es época de estiaje. Por lo tanto, para solucionar este problema, se propone un reservorio que almacene el volumen requerido para asegurar la producción durante todo el año.

En 2021, I. Quispe Palomino [6], tiene como objetivo el mejoramiento de la eficiencia del canal de riego ubicado en Porta Cruz - Ayacucho, mediante el diseño hidráulico de bocatoma y canales de concreto. El diseño hidráulico tanto de las obras de captación (bocatoma) y conducción (canal de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$) influirá de manera tal que la eficiencia de conducción mejore, donde el promedio de la eficiencia calculada es de 66.78%, siendo regular. Se busca una eficiencia buena superior al 90%, que capte un caudal de $0.05\text{m}^3/\text{s}$ y esta satisfaga un área de 57.50 hectáreas.

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación

Anteriormente, no se ha evaluado proyecto alguno sobre aguas superficiales en la zona, tampoco existen proyectos relacionados con el mejoramiento de la infraestructura de riego existente y que permita un riego eficiente en la superficie de las 283 has. Esto es un anhelo de los usuarios de riego, que se brinde atención a los agricultores de esta localidad identificada como de extrema pobreza.

1.3.2 Importancia

Su importancia radica en que principalmente se aportará soluciones que impacten sobre el aspecto económico, ya que los pobladores podrán contar con recurso hídrico en forma eficiente, para garantizar los cultivos y la posterior comercialización de los mismos.

1.4 Hipótesis de la investigación

1.4.1 Hipótesis general

La evaluación hidrológica e hidráulica, influye en forma determinante en el mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el sistema de riego Ancarpampa, distrito de Chipao, provincia de Lucanas, región Ayacucho.

1.4.2 Hipótesis específicas

Luego, se plantean las Hipótesis específicas siguientes:

- ❖ La evaluación hidrológica define la mejor metodología de diseño de las obras hidráulicas en el sistema de riego Ancarpampa.
- ❖ La evaluación hidráulica determina las condiciones de flujo en las obras hidráulicas del sistema de riego Ancarpampa.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Realizar la evaluación hidrológica e hidráulica para el mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el sistema de riego Ancarpampa, distrito de Chipao, provincia de Lucanas, región Ayacucho.

1.5.2 Objetivos Específicos

Se tienen como objetivos específicos los siguientes:

- ❖ Desarrollar la evaluación hidrológica aplicando metodología moderna para el diseño de las obras hidráulicas en el sistema de riego Ancarpampa.
- ❖ Implementar la evaluación hidráulica para mejorar las condiciones de flujo en el sistema de riego Ancarpampa.

1.6 Contenido de capítulos

El contenido de la presente investigación comprende ocho capítulos que se mencionan los puntos tratados en cada uno de ellos:

Capítulo I – Introducción

Comprende aspectos científicos relacionados con el tema a tratar, realidad problemática, justificación y objetivo de la investigación y la descripción del contenido de cada capítulo.

Capítulo II – Estrategia Metodológica

Se indica información de la investigación como: el tipo, nivel y diseño, población y muestra, técnica e instrumentos de recolección de datos, metodología de la realización de la investigación, diseño utilizado, contexto de la investigación, instrumentos de medición y detalle de procedimiento. el planeamiento metodológico, brinda como fue realizada y los elementos utilizados, instrumentos de medición y detalle de los procedimientos.

Capítulo III – Resultados

En el presente capítulo se indican los resultados obtenidos, incluye tablas, gráficos, fotografías, programas empleados, con la justificación de su uso.

Capítulo IV – Discusión

Se indican los resultados del análisis e interpretaciones de los resultados en relación a la base teórica y criterios del autor y otros.

Capítulo V – Conclusiones

Se hace referencia a los resultados obtenidos.

Capítulo VI – Recomendaciones

Comprende las recomendaciones desde la perspectiva del autor respecto al estudio.

Capítulo VII – Referencias Bibliográficas.

En el presente capítulo se mencionan las referencias bibliográficas consultadas en el desarrollo del presente estudio de investigación.

Capítulo VIII – Anexos

En este capítulo final se colocarán la información complementaria del presente estudio de investigación.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque mediante ella se identifica el problema y se propone una alternativa de solución para el mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el sistema de riego Ancarpampa, distrito de Chipao, provincia de Lucanas, Región Ayacucho. además, se considera como cualitativo porque se toman datos de campo y se analizan para resolver las interrogantes de la investigación.

2.1.2 Nivel de investigación

Trata del grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o un evento de estudio. Para la presente tesis es el desarrollo de una investigación básicamente causal, por lo tanto, es descriptiva y correlacional.

La Investigación es descriptiva porque se describe, en todos sus componentes principales, una realidad como el funcionamiento hidrológico e hidráulico del sistema de riego Ancarpampa y es una investigación correlacional, porque persigue medir el grado de relación existente entre dos o más conceptos.

2.1.3 Diseño de investigación:

Es de tipo no experimental, ya que los datos medidos por los instrumentos utilizados en la investigación se obtienen de la manera en que se presentan y se evaluarán con técnicas directas, y el diseño básico de nuestra investigación es transversal, ya que el diseño de investigación recolecta datos de un solo momento y en un tiempo único.

2.2 Población y muestra de la investigación

La determinación de la población y la muestra de investigación, son dos elementos importantes para definir la parte operativa de la investigación; pues nos identifica los objetos de estudio a ser analizados, que deben poseer características similares cuando no homogéneas, lo mismo sucede con la muestra, esta debe ser la parte de la población que representa a todo el conjunto y permite extrapolar los resultados.

2.2.1 Población de la investigación

Se tomará como población objetivo de la investigación, las áreas totales que actualmente atiende el sistema de riego que son 700 has.

2.2.2 Muestra de la investigación

Aplicando la técnica de muestreo opinático, se identifica el área a ser mejorada que son las 283 Has, irrigadas por el canal Ancarpampa.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.3.1 Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el investigador para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser:

La Observación:

La observación es una técnica útil para el analista en su proceso de investigación, consiste en observar a las personas cuando efectúan su trabajo. La observación es una técnica de observación de hechos durante la cual el analista participa activamente actúa como espectador de las actividades llevadas a cabo por una persona para conocer mejor su sistema.

La Entrevista:

La entrevista es una conversación dirigida, con un propósito específico y que usa un formato de preguntas y respuestas. Se establece así un diálogo, pero un diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra se nos presenta como fuente de estas informaciones.

Revisión de la literatura o sistematización bibliográfica:

La revisión de literatura o bibliográfica consiste en la revisión de información técnica como libros, artículos científicos, Internet.

2.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos, se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común. Para la presente tesis, utilizaremos los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Cuaderno de notas, libreta de notas, Las técnicas de recolección de datos se clasifican en cualitativas, cuantitativas y mixtas.

2.4 Diseño metodológico

Considerando que la investigación científica es un proceso metódico y sistemático dirigido a la solución de problemas o preguntas científicas, mediante la producción de nuevos conocimientos, los cuales constituyen la solución o respuesta a tales interrogantes.

Por lo citado anteriormente se define que el método usado para este proyecto de investigación es el método **científico** para poder realizar su procedimiento tiene que tener técnicas e instrumentos para poder llegar a un análisis o recopilación de teorías e hipótesis para así formular un conocimiento científico.

2.5 Contexto de la Investigación

2.5.1 Delimitación del proyecto

El Anexo Santa Rosa en el distrito de Chipao, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho.

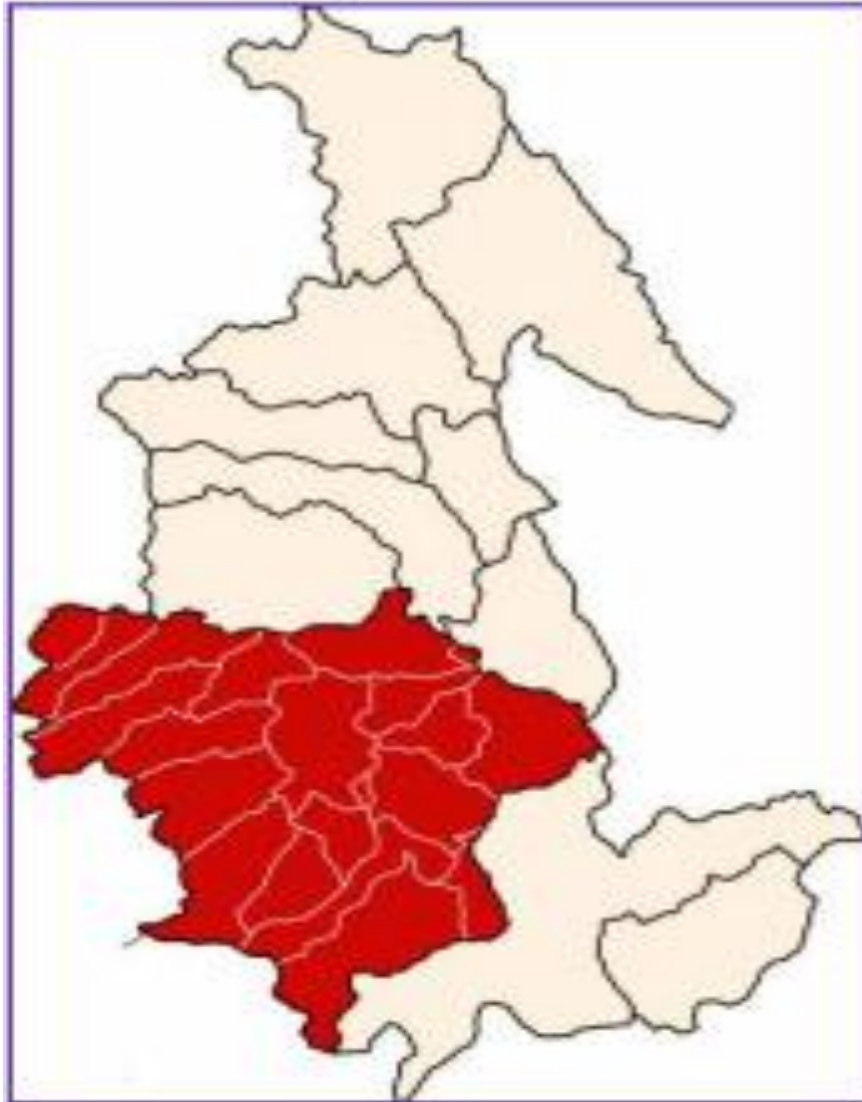


Fig. 1. Mapa provincial de Lucanas y distrito de Chipao



Fig. 2. Mapa del distrito de Chipao



Fig. 3. Ubicación de la zona del proyecto C.P. de Santa Rosa de Chipao

2.6 Metodología como se realizó la investigación.

Para el desarrollo de la investigación se ha seguido el siguiente procedimiento:

- ✓ Trabajos preliminares: Recolección de información topográfica, hidrológica e hidráulica de la zona en estudio en las instituciones públicas y privadas, referencias bibliográficas, búsqueda en Internet.
- ✓ Clasificación, ordenamiento y tabulación de la información, dibujo de los planos básicos, preparación de los materiales.
- ✓ Verificaciones en gabinete, evaluación hidráulica mediante el software Hcanales [7].
- ✓ Revisión de toda la tesis (ortográfica y semántica) e impresión, y entrega del trabajo final.

Fuentes de Información:

La información que utilizare para el desarrollo de la tesis, será mayormente de las instituciones universitarias y del estado:

- ✓ Los Manuales y directivas de la Autoridad nacional del Agua (ANA) entidad dependiente del Ministerio de Agricultura y Riego, especialmente el Manual: Criterios de Diseños de Obras Hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico [8].
- ✓ Expedientes técnicos del ministerio de agricultura y riego (MINAGRI) y de la Municipalidad distrital de Chipao sobre proyectos de riego. [9].
- ✓ Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transportes y comunicaciones. [10].
- ✓ Trabajos preliminares que comprenden la recolección de información topográfica, hidrológica e hidráulica de la zona en estudio en las instituciones públicas y privadas, referencias bibliográficas, búsqueda en Internet.
- ✓ Clasificación, ordenamiento y tabulación de la información, dibujo de los planos básicos, preparación de los materiales.
- ✓ Verificaciones en gabinete, aplicación de la evaluación hidráulica con metodologías diversas como el [6], y aplicando los criterios de diseño hidráulico de [8].
- ✓ Revisión de toda la tesis (ortográfica y semántica) e impresión, y entrega del trabajo final.

Presentación de Información Relevante

La información relevante, tiene que ver principalmente con el objetivo de la investigación, en este caso realizar la evaluación hidrológica hidráulica que garantice la eficiencia hidráulica en el sistema de riego Ancarpampa, en esa medida, se lograra el incremento de los rendimientos de los cultivos en el ámbito del anexo de Santa Rosa, a fin de asegurar las futuras campañas agrícolas. Para lograr este objetivo se aplicarán procedimientos, metodologías y herramientas informáticas que identifiquen mejor el caudal de diseño, y por consiguiente el dimensionado de las obras hidráulicas de captación, conducción, almacenamiento y distribución y protección.

Información de la zona a investigar

Para saber las características de la zona a investigar, presentamos los aspectos más importantes como resultado del trabajo de campo realizado.

Transportes y Comunicaciones

El transporte en el área del proyecto se efectúa mediante el servicio de microbuses quienes cubren la ruta Puquio - Andamarca – Chipao, en tres turnos por día, en la ruta circulan camionetas de servicio particular como son los acopiadores y distribuidores de productos

para las escasas tiendas en estos poblados. En lo que refiere a comunicaciones las familias beneficiarias cuentan con el servicio de telefonía telefónica satelital.

Climatología e Hidrografía

Climatología

El distrito altitudinalmente se encuentra entre los 3,000 a 5,500 m.s.n.m., la estación húmeda que corresponde al verano comprende los meses de diciembre a marzo mientras que la estación seca comprende los meses de abril a noviembre, siendo los meses de mayo a agosto los más fríos. El distrito se ve expuesto a una gran variabilidad climática y a fenómenos relacionados con cambios abruptos en el tiempo como son las heladas, sequías, inundaciones, huaycos, deslizamientos, etc., que constituyen una amenaza para las actividades productivas agrícolas, actividades de la cual depende la población y que son muy vulnerables a las variaciones del clima.

Las heladas se presentan con más fuerza en los meses de junio a agosto, aunque pueden presentarse también desde el mes de abril, sobre todo en las partes alto andinas donde se originan y presentan con mayor intensidad. La helada es considerada un grave problema climático y un factor determinante en la baja producción, sin embargo, es posible contrarrestar sus efectos mediante la construcción de cercos vivos que no permitan su avance, las terrazas para conservación de suelos que ayudan a regular el calor y la agroforestería.

Por sus condiciones climatológicas la zona de Santa Rosa, se encuentra clasificado dentro de Estepa Montano Subtropical (e-MS) (Zona Baja) 2,800 a 3,800 m.s.n.m.

Precipitación

Reportes históricos indican que el promedio de la precipitación total mensual y consistente entre los años 1964 – 2002 es de 577.9 mm y en el plan de uso sostenible de recursos naturales alto andinos y prevención de efectos climatológicos adversos Chipao – 2006 registra que la zona de Santa Rosa cuenta con una precipitación promedio máximo anual de 48.15 mm. Las precipitaciones normalmente empiezan en diciembre y siguen en forma efectiva hasta marzo. A partir de los meses de abril a noviembre, son muy escasas las lluvias y no proveen humedad útil al suelo por ser menor a 5 mm en promedio.

Tabla I

Precipitación total mensual (mm) – año promedio histórico 1964 – 2002

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
Sn Juan de H.	125.70	133.7	154.9	46.1	4.2	0.4	0.2	2	6.9	15.9	29	58.8

Nota: De Estudio de los Recursos Hídricos Cuenca Rio Pampas ANA, 2010 [12]

Temperatura

La temperatura es el elemento más ligado en sus variaciones al factor altitudinal; las temperaturas medio anuales son de tipo frígido en las zonas más altas. Se tomó como referencia los datos registrados en la estación meteorológica de Huacarpana cuya altitud es 3,680 m.s.n.m. la cual se asemeja a la altitud de nuestro proyecto. La temperatura media anual es de 9.5 °C y media anual mínima es de 2.9 °C, el invierno desde el mes de mayo a setiembre, los días son calurosos y templados y en la sombra con temperaturas superiores a los 15 °C, pero las noches son frías llegando a los 2.2 °C.

En la tabla siguiente se muestra el resumen de la información pluviométrica.

Tabla II

Temperatura medio mensual (°C) – año promedio histórico

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
Media	9.1	8.6	9.5	9.4	9.8	9.3	9.6	9.2	9.5	10	9.6	10
Mínima	2.9	3	3.6	3.6	3.3	2.5	2.6	2.3	2.2	2.8	2.8	3.2
Máxima	15.7	14	15.1	15	15.5	16	16	16	16	16	15.7	16

Nota: De Estudio de los Recursos Hídricos Cuenca Rio Pampas ANA, 2010 [12]

Humedad Relativa

En la estación meteorológica de Huacarpana, se tiene información completa correspondiente al periodo 1964 - 2002, los valores que se muestra son el promedio medio anual en estos periodos, así tenemos una precipitación media máxima mensual de 74%, una media mensual mínima de 72.3% y una media mensual de 73%.

Tabla III

Distribución de la humedad relativa media mensual (%)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
Media	82.5	83	86	74.9	70.2	66	66	66.2	67	68	72.3	74
Mínima	79.5	74.5	78.5	72	65.5	58	63	61.5	60	62	67.5	73
Máxima	86	88	89.5	77	74.5	75	68	71	75	73	79	76

Nota: De Estudio de los Recursos Hídricos Cuenca Rio Pampas ANA, 2010 [12]

Evaporación

Respecto a la evaporación representativa de la zona del proyecto, se obtuvo registros de la estación meteorológica de San Pedro de Huacarpana que está ubicada al mismo nivel de la zona de influencia del proyecto, concluyendo que la evaporación para el proyecto Ancarpampa es significativamente mayor en los meses de julio a diciembre. La evaporación anual se estima mayor a 800 mm.

Tabla IV

Distribución de la evaporación total mensual (mm)

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
Media	12.9	34.4	36.2	37	48.1	46	62	59.9	71	55.8	68.5	58
Mínima	27.9	19.8	24.8	24	34.1	33	34	52.7	36	31	33	34
Máxima	52.7	53.6	46.5	51	65.1	60	87	74.4	93	102	99	84

Nota: De Estudio de los Recursos Hídricos Cuenca Rio Pampas ANA, 2010 [12]

Hidrografía

La micro cuenca de interés para el presente proyecto corresponde al Rio Mayobamba el cual es tributario dl Rio Sondondo que pertenece a la cuenca del Rio Pampas.

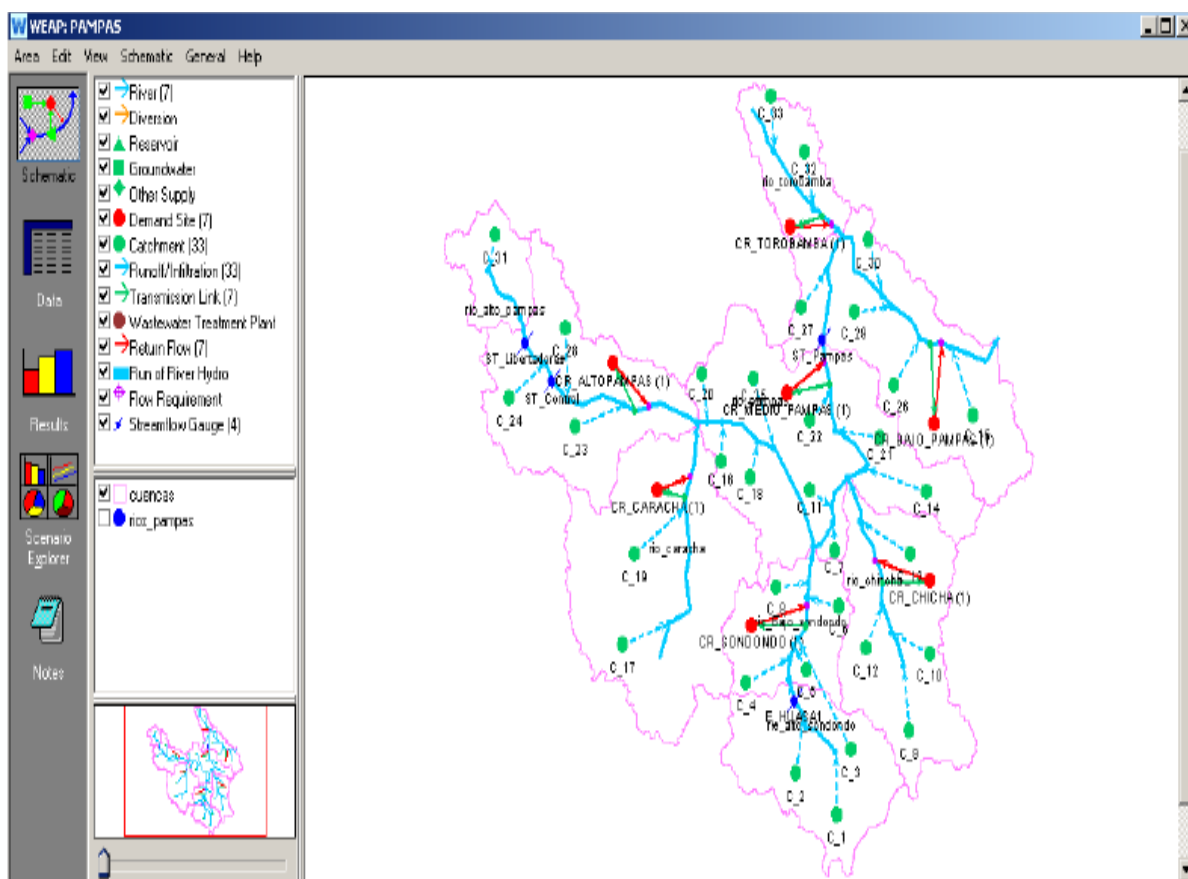


Fig. 4. Representación topológica del modelo hidrológico cuenca Pampas en WEAP [12]

Fisiografía

El mapa que se presenta a continuación ha servido de base para la elaboración de los mapas temáticos que nos permiten contar con la ubicación de las sub cuencas y son parte del estudio del ANA. Su morfología global es un bloque casi regular con una ligera prolongación que se proyecta hacia el este y su lado opuesto oeste es semi vertical; el límite superior por el norte termina en el centro poblado de Ccecca, por el este con la comunidad de Huaytayocc, por el sur con la comunidad de Angostura y por el oeste con la comunidad de Villa San José.

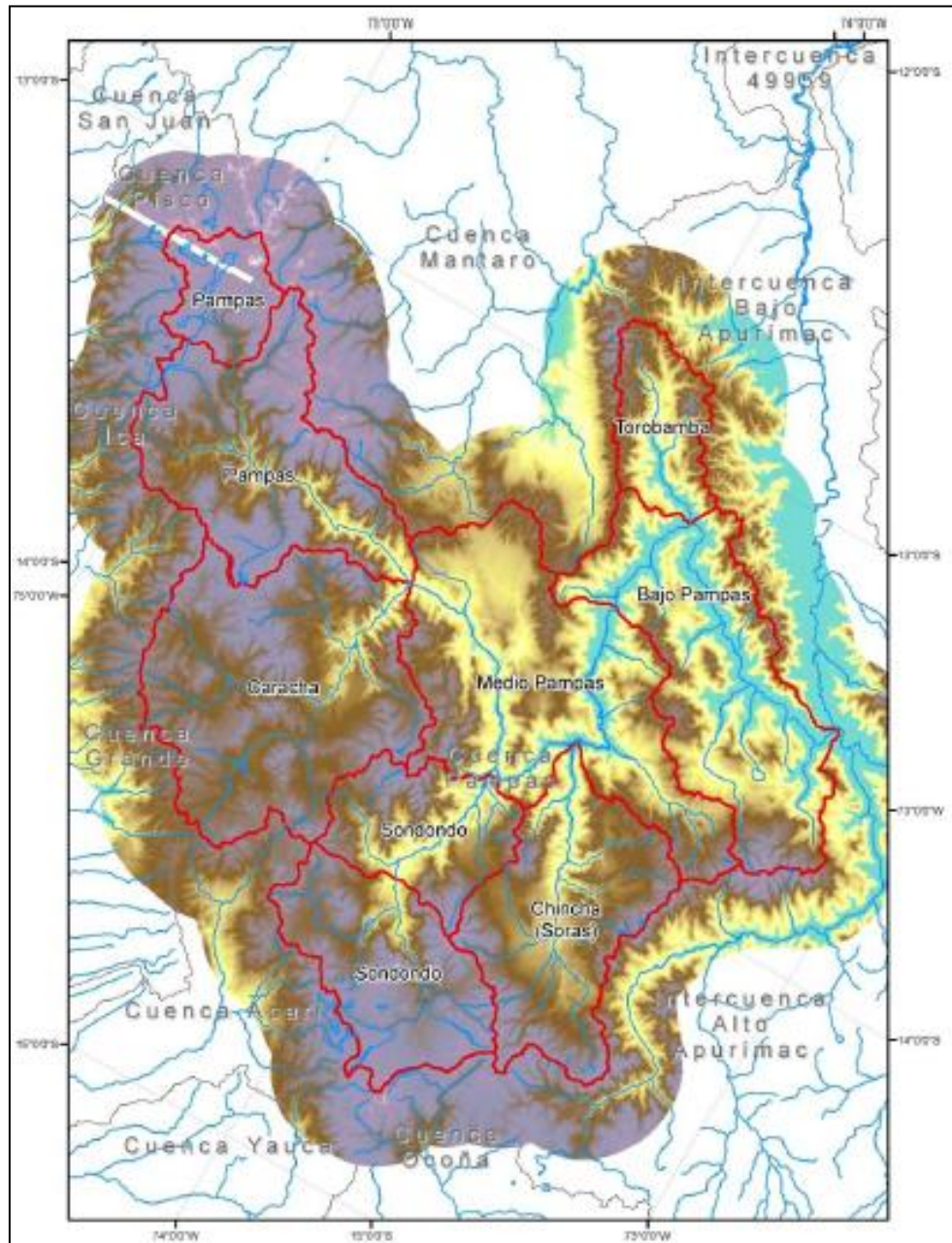


Fig. 5. Ubicación y Fisiografía de las Sub Cuencas Río Pampas [12]

De la figura anterior se puede decir que:

Por el patrón de drenaje, la única micro cuenca existente en el distrito es de forma dendrítica caracterizado por ser ramificado en forma de árbol sin ninguna predominancia entre los ejes vertical y horizontal, modelada por los Ríos Sarco, Pucará, Tintay, Huasamayo que fluyen desde la cabecera de las micro cuencas al Río Chipao. Tiene muchas lagunas de diferentes superficies de espejo de agua, que en su conjunto suman 13.65 km^2 que representa el 1.17 % del territorio y nevados con una extensión de 7.35 km^2 (0.63% de la superficie distrital). El relieve predominante es la llamada vertiente montañosa y colina empinada principalmente ubicada bordeando la capital de Chipao y otra en el lado este que en su conjunto acumulan una superficie de 409.70 km^2 que alcanza el 35.11% y la vertiente montañosa y colina moderadamente empinada con una superficie de 258.70 km^2 que corresponde al 22.17% de la superficie del distrito.

La altiplanicie ondulada que se caracteriza por ser una llanura de 4 a 15% de pendiente tiene una correspondencia con los bolsones alpaqueros, en los cuales por su morfología y relieve se encuentran los bofedales cuya superficie alcanza a 303.63 km^2 y viene a ser el 26.02% de la superficie del distrito ósea la cuarta parte. [12]

Los trabajos realizados comprenden:

Topografía y Cartografía

Los trabajos de topografía para la verificación del trazo del canal se desarrollaron, con la siguiente metodología general:

Reconocimiento del terreno.

Se recorrió la zona, anotándose todos los detalles que influyen en la determinación de un eje probable de trazo en el canal existente, determinándose el punto inicial y el punto final.

Trazo preliminar.

Se procedió a realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio con brigadas topográficas, marcando en el terreno los puntos topográficos y estaciones los cuales han sido ubicados e identificados en puntos estables de la poligonal preliminar y luego el levantamiento con teodolito estación total, las coordenadas de dichos puntos han sido determinados con GPS portátil.

Levantamiento topográfico.

Se ha utilizado el método de la poligonal abierta, para el caso que se contaba con una sola estación se utilizó el método de radiación. Para el caso de nivelación del canal en los tramos de estudio se niveló cada 20 metros por el método de ida y vuelta.

Las secciones transversales.

Se han realizado de acuerdo al terreno existente observándose muchas variaciones, las secciones máximo obtenidas a cada 20 m.

Trazo definitivo.

Con los datos de obtenidos de la climatología e hidrometría se procedió al trazo definitivo, teniendo en cuenta la escala del plano, la cual depende básicamente de la topografía de la zona y de la precisión que se desea:

- ✓ Terrenos con pendiente transversal mayor a 25%, escala de 1:500.
- ✓ Terrenos con pendiente transversal menor a 25%, escalas de 1:1000 a 1:2000.

Radios mínimos en canales.

Para el diseño de canales, el cambio brusco de dirección se sustituyó por una curva cuyo radio no excede, y se escogió un radio mínimo, dado que al trazar curvas con radios mayores al mínimo no significaba ningún ahorro de energía, es decir la curva no será hidráulicamente más eficiente, en cambio sí será más costoso al darle una mayor longitud o mayor desarrollo.

Rasante de un canal. - Una vez definido el trazo del canal, se procedió a dibujar el perfil longitudinal de dicho trazo, las escalas utilizadas son para el sentido horizontal y 1:1000 y 1:100 para el sentido vertical, ya que normalmente la relación entre la escala horizontal y vertical es de 1 a 10.

Para el diseño de la rasante se tuvo en cuenta los puntos de captación para el canal de riego. La pendiente de la rasante de fondo, debe ser en lo posible igual al pendiente natural promedio del canal existente. El plano final del perfil longitudinal del canal, presenta la siguiente información:

Progresiva, pendiente, cota de rasante, cota de terreno, corte, relleno, tipo de suelo, ubicación de las obras de arte, cuadro de elementos de curva.

Para los trabajos de gabinete se procedió de la siguiente manera: el procesamiento de datos se efectuó en hoja de cálculo del Software Excel y luego se utilizó el Software AutoCAD Civil 3D [13], y AutoCAD LAND [14], para procesar las curvas de nivel, perfiles y secciones transversales, la escala de los planos se elaboró según la siguiente información:

Geología

Revisando el mapa geológico que involucra la zona, se observa que la geología en la cuenca Río Pampas es variada, se han identificado 21 unidades geológicas, siendo las más representativas: Grupo Barrosdo (NQ-v) con 16.68%, formaciones Alpabamba, Palca, Maure, etc. (Nm-vs) con un 14.66%, formaciones Yura, Lagunillas, formación tinajones (JsKi-mc) con un 8.69% del área total de la cuenca.

Geomorfología

Se pueden distinguir 15 formaciones geomorfológicas, siendo las más representativas: vertiente montañosa empinada a escarpada con 25.19%, vertiente montañosa y colina moderadamente con 25.12%, vertiente montañosa y colina empinada a escarpada con 24.68% del área total de la cuenca.

La vertiente montañosa y colina moderadamente empinada (**Vs1-d**), se encuentra en todas las unidades hidrográficas en forma dispersa, desde los 3,200 hasta los 5,000 m.s.n.m.; con un área de 583,789 ha, que representa el 25.12% del total del área de la cuenca Pampas. Las vertientes montañosas ligeramente accidentadas, son laderas que tienen espaciamientos de varios cientos de metros entre los cauces que los disectan, por tanto, la topografía es regular y menos agreste que si tuvieran una fuerte disección.

La vertiente montañosa y colina empinada a escarpada (**Vs1-e**), se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas, en forma dispersa, desde los 1,950 hasta los 5,000 m.s.n.m.; con un área de 573,455 has, que representa el 24.68% del total del área de la cuenca pampas. Estos relieves son los más agrestes de área y están formados por sectores montañosos fuertemente disectados, donde la altura de las laderas puede sobrepasar los 1,000 m.s.n.m, con presencia de numerosos cauces, muchas veces separados unos de otros por menos de 100 m de longitud. Por lo mismo resultan áreas inestables, donde son especialmente riesgosos los grandes movimientos de masa identificados para el valle Alto Pampas, Caracha, Chicha Soras, Sondondo, Torobamba y Bajo Pampas, y los abarramientos y formación de cárcavas para las vertientes de la parte media e inferior, ubicadas bajo los 3,000 m.s.n.m. de altitud.

La vertiente montañosa empinada a escarpada (**Vs2-e**), se encuentra en todas las Unidades Hidrográficas en forma dispersa, desde los 2,000 hasta los 4,250 m.s.n.m.; con área de 585,263 has, que representa el 25.19% del total del área de la cuenca.

Tipo de Suelo

Se tomaron muestras de suelo mediante calicatas para ser llevados al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Plantas, con la finalidad de obtener una caracterización del suelo; los resultados nos indican que son suelos de textura arena franca, de reacción moderadamente ácido, con nivel ligero en sales solubles, con contenido porcentual bajo en carbonato de calcio, bajo en materia orgánica y bajo en nitrógeno total, fósforo disponible medio, medio en potasio potencial, la capacidad de intercambio catiónico es bajo. Las constantes hídricas muestran al suelo con un valor de saturación del 37.6%, capacidad de campo 15.6%, el punto de marchitez de 6.9%, la conductividad hídrica saturada es 5.27 cm/hora, agua aprovechable 8.7% y una densidad aparente del suelo de 1.66 gr/cc. Estos valores nos presentan suelos aptos para el desarrollo de la agricultura debiendo tomar en cuenta las exigencias de cada cultivo en cuanto a nutrientes a fin de calcular las dosis adecuadas en las fuentes de nitrógeno, fosforo y potasio; las constantes hídricas son normales.

Fenómenos de Geodinámica Externa

El curso de la quebrada Ancarpampa en este sector tiene un cauce definido y estabilizado; los terrenos adyacentes a la infraestructura de riego presentan una pendiente moderada por lo que se tienen la seguridad que no se presentará derrumbes y no se requerirá proyectar obras adicionales de protección a las proyectadas. No existen fallas activas o de gran

magnitud, las fallas menores en ciertos sectores del trazo no ofrecen ninguna clase de riesgos contra la seguridad física de la obra. Tampoco existen signos de riesgos de deslizamientos (geodinámica externa).

Materiales de Préstamo

Se ubica a la altura del anexo Mayobamba, en el Río Mayobamba tanto aguas arriba y aguas abajo, consiste de un depósito fluvial, cuya litología está conformada por bloques y cantos sub redondeados en un porcentaje estimado de 30%, tiene como matriz a una grava arenosa y poco limo representando un 70% los elementos son generalmente de tipo intrusivos y volcánicos se muestran con superficies limpias, ásperas a lizas, sin cortes de alteraciones, un peso específico de 2.0 - 2.7 Kg/cm².

Esta cantera no fue muestreada, sin embargo, a simple observación de determino que es una grava mal graduada clasificada como GP; tiene una extensión mínima de 50 X 1500 m. para obtener un volumen superior a 150 m³.

Procedimientos empleados en la investigación

En esta parte, se muestra primeramente la situación actual del sistema de riego Ancarpampa y luego todos los resultados de las evaluaciones hidrológicas e hidráulicas, como producto de la aplicación de las teorías, metodologías y herramientas identificadas en los capítulos anteriores.

Situación actual del Sistema de Riego Ancarpampa

El principal elemento que ayuda a reducir el déficit de agua, es el canal Ancarpampa y sus obras complementarias, que poco a poco se han implementado mayormente por los usuarios, y que funciona en forma deficiente por falta de soporte técnico, el sistema de riego está conformado por captaciones, obras de conducción, obras de almacenamiento y obras de distribución, como tomas laterales, cuyo estado es el siguiente:

Toma de Captación

Existen dos tomas de captación del sistema, ambas son rudimentarias, una capta las aguas de la quebrada Ancarpampa en forma directa y la otra, de igual forma capta directamente las aguas del manantial Ancarpampa. Tienen una antigüedad de 30 años.



Fig. 6. Captación en la Quebrada Ancarpampa Progresiva 0+00

Ambas fuentes de captación presentan debilidades, como el deterioro de la sección debido a la erosión que debilita la sección y que no impide el ingreso de sedimentos produciendo la colmatación en el canal.



Fig. 7. Vista General de la Captación en la Quebrada y Manantial

Canal de Conducción

En la actualidad los usuarios del anexo Santa Rosa riegan sus parcelas utilizando el canal Ancarpampa, de sección rectangular en tierra en su mayor parte, el cual presenta zonas bastante pedregosas en varios tramos de su recorrido. El canal Ancarpampa tiene 3,100m de longitud total, de los cuales solo se analizará hasta la progresiva 2+561.90, que es donde termina el tercer tramo del canal en tierra que es el problema.

En la progresiva 00+120 existe un punto crítico del canal porque en las épocas de lluvia por esta zona pasa los materiales arrastrados de la parte alta deteriorando la sección del canal, lo que se traduce en elevados costos de mantenimiento y la reducción de su capacidad de conducción.



Fig. 8. Primer tramo del Canal en Tierra: Progresiva 0+00 hasta 0+761.96

El primer tramo es desde la progresiva 0+00 en la captación de la quebrada Ancarpampa hasta la progresiva 0+761.96 que es canal en tierra con gran ineficiencia hidráulica. En la progresiva 00+120 existe un punto crítico del canal, porque lo atraviesa las aguas del manantial, que en las épocas de lluvia pasa con materiales arrastrados de la parte alta deteriorando la sección del canal en ese tramo. Desde allí continúa entubado hasta la progresiva 1+752.

El segundo tramo del canal en tierra, se inicia en la progresiva 1+752.00 donde termina el canal entubado culmina en la progresiva 1+822.10, que es donde se inicia el canal revestido de concreto.



Fig. 9. Canal revestido de concreto, al terminar el Segundo Tramo del Canal en Tierra en la Progresiva 1+822.10

El Tercer tramo del canal en tierra, se inicia en la progresiva 2+111.58, donde termina el canal revestido de concreto, y culmina en la progresiva 2+561.90. El canal en tierra presenta desniveles fuertes, que ameritan construir rápidas a fin de contrarrestar las pendientes.

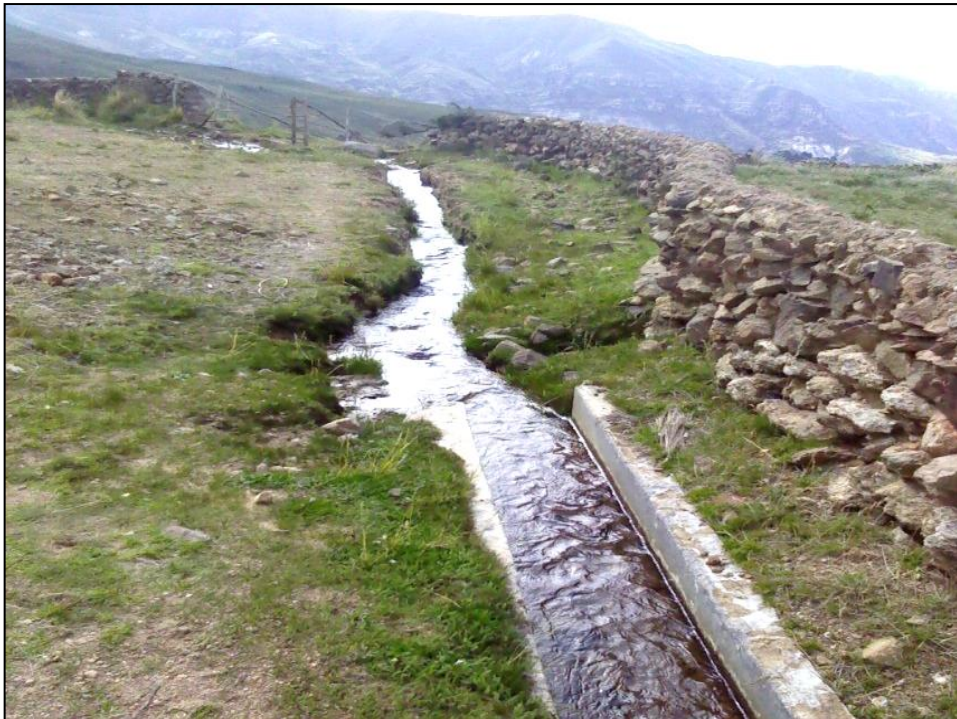


Fig. 10. Punto final del Tercer Tramo del canal en tierra, en la progresiva 2+561.90

Reservorio de Almacenamiento

Se cuenta con un reservorio con capacidad de $2,500\text{m}^3$, ubicado en la progresiva 0+400, que presenta filtraciones en la zona este donde se encuentra un muro de sostenimiento de concreto de 71.65ml.



Fig. 11. Vista de la toma del canal en tierra, en la Progresiva 2+561.90

Tomas Laterales

Existen tomas construidas en forma artesanal, son 08 de 1.00 por 0.80 m, entre las progresivas 0+800 y 2+561.90, de la zona de la investigación.



Fig. 12. Vista de la toma lateral

Evaluación Hidrológica del Sistema de Riego

La Micro cuenca de Mayobamba, cuyo río principal es el Río Mayobamba afluente del Río Sondondo, está conformado por los Ríos Surco, Pucará, Tintay, Huasamayo y Mayobamba, con una altitud entre los 4300 hasta 4,450 m.s.n.m.

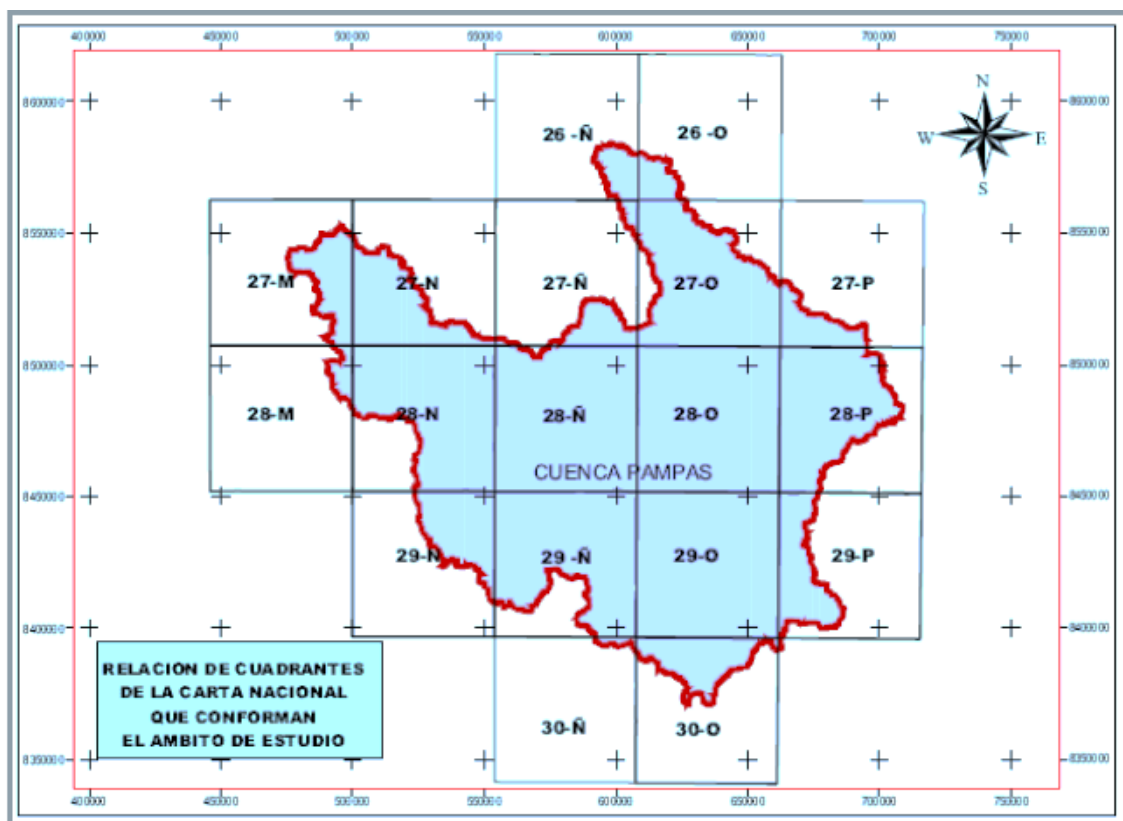


Fig. 13. Relación de Cuadrantes del ámbito de la cuenca Río Pampas [12]

El recurso hídrico a usar, forma parte del sistema hidrológico de la microcuenca Ancarpampa y por un manantial del mismo nombre tributario del Río Mayobamba que aguas abajo desembocan al Río Mayobamba.

En la zona se identificaron diferentes fuentes de agua principalmente ríos, lagunas y manantiales, las cuales son aprovechadas para la producción pecuaria, agrícola, piscícola, poblacional y recreacional; la oferta de las diferentes fuentes de agua se han obtenido de los aforos realizados in situ y de la información de otros proyectos, esta oferta disminuye en época seca entre abril a noviembre; la calidad de estas fuentes no presentan limitaciones para su uso en las diferentes actividades, las precipitaciones son en periodo corto entre diciembre a marzo, donde la cantidad de agua ofertada es mayor y volúmenes mayores se pierden en las quebradas y posteriormente en los ríos; la gestión en esta zona de los recursos hídricos es deficiente debido a la débil organización de los usuarios y al desconocimiento de las técnicas de manejo de los recursos hídricos.

La sub cuenca Sondondo está formada por los Ríos Mayobamba y Andamarca, tiene una superficie de 3,640 Km², perímetro de 343 Km, altitud de 3,500 m.s.n.m., pendiente 15 % y longitud del cauce principal de 120 Km.

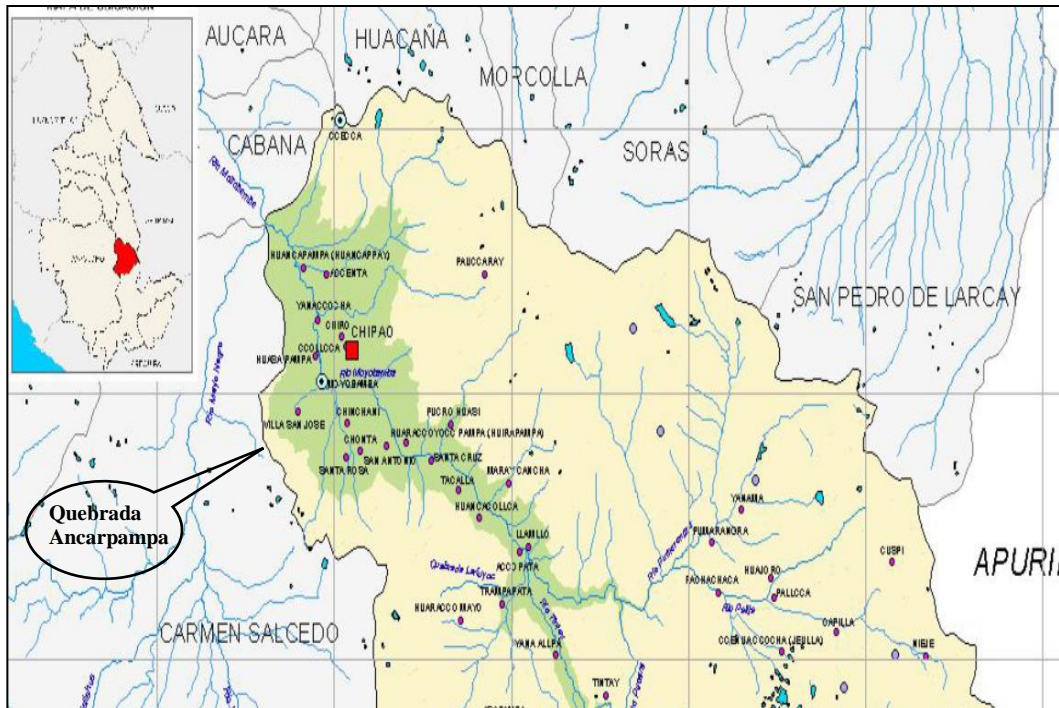


Fig. 14. Ubicación de la Quebrada Ancarpampa en la Sub Cuenca Río Sondondo [12]

Oferta Hídrica

Esta parte del estudio, tiene por finalidad realizar el análisis y la evaluación de los recursos hídricos disponibles, haciendo resaltar sus características más importantes con el objeto de establecer sus posibilidades de aprovechamiento para el mejoramiento de riego de las tierras cultivadas en el anexo Santa Rosa.

Las tierras cultivadas abarcan una extensión de 283 has bajo riego y 417 has en seco y cubren sus necesidades de agua en base al aprovechamiento de las precipitaciones estacionales, existiendo una segunda fuente de agua representada por los afloramientos de manantiales, quebradas que van formándose en las partes más altas, los cuales cubren solamente parte de las necesidades de riego de los cultivos durante el periodo de estiaje.

La agricultura de esta zona está supeditada a dos fuentes, una las precipitaciones de régimen irregular y variable que no asegura al agricultor su necesidad de agua en forma oportuna y continua; la otra, el agua de la quebrada Ancarpampa y del manantial del mismo nombre, de bajo rendimiento por el deterioro de la infraestructura de riego existente.

Esta situación, conlleva a la búsqueda de soluciones para la eficiencia hidráulica, que garantice un régimen regular de agua durante todo el año con la finalidad de poder trabajar las tierras en dos campañas agrícolas.

Uno de los problemas que afecta la realización de un estudio hidrológico más preciso, es la escasez de información pluviométrica, ya que en la cuenca solamente se dispone de tres estaciones Andamarca, Chipao y Aucará, ubicada a corta distancia entre sí y en la parte baja de la cuenca entre los 3,200 y 3400 m.s.n.m., desconociéndose la intensidad y frecuencia de las precipitaciones en la parte alta, como es el caso del presente estudio.

Fuentes Hídricas disponibles

Las fuentes que producen la oferta hídrica, como ya se ha mencionado, son las aguas de la Quebrada Ancarpampa o Tambohuayco y las aguas del Manantial Ancarpampa o Sallaccata, las cuales se unen y desembocan en la parte alta del Río Mayobamba. De estas dos fuentes se capta el agua para el Canal Ancarpampa en forma deficiente, como también ya se mencionó, y nuestro objetivo es lograr la eficiencia hídrica del sistema de riego.

En esa medida, al no contar con datos históricos confiables, se aplicaron métodos directos como el de sección pendiente y área – velocidad en una primera visita, así como aforos in situ por parte del investigador en una segunda visita.

Determinación de los caudales de diseño

Los caudales se han obtenido de maneras:

- ✓ Verificación del caudal en la quebrada Ancarpampa que será uno de las fuentes principales que garantice el caudal para el sistema de riego.
- ✓ Verificación del caudal en el Manantial Ancarpampa, que será la fuente secundaria que se unirá al canal principal para garantizar la demanda de agua del proyecto.

Verificación del Caudal en la Quebrada Ancarpampa

Con la finalidad de obtener el caudal de máxima avenida, se calcularon los caudales instantáneos, por medio del uso de diferentes métodos empíricos; de esta forma se determinó el máximo caudal disponible en la quebrada para la época de estiaje.

Seguidamente, con este caudal calculado utilizando la fórmula de Manning e obtuvo una nueva altura de agua, que será mayor a la marca de la huella dejada por el agua en una máxima avenida.

Se plantean métodos de cálculos empíricos en base a observaciones y parámetros determinados de acuerdo a las características geomorfológicas y de cobertura vegetal de la zona donde se ubica el proyecto.

Método de la Sección y la Pendiente

Para aplicar el siguiente método se realizaron los siguientes trabajos de campo:

- ✓ Elección de varios tramos del río o quebrada.
- ✓ Levantamiento topográfico de las secciones transversales seleccionadas (3 secciones mínimas)
- ✓ Determinación de la pendiente de la superficie de agua con las marcas o huellas dejadas por las aguas de máximas avenidas.

- ✓ Elegir un valor de coeficiente de rugosidad (n) el más óptimo.
- ✓ Aplicar cálculos en la fórmula de Manning.

$$Q_{\text{máx.}} = (A * R^{2/3} * S^{1/2}) / n$$

A: área de la sección húmeda (m²)

R: área de la sección húmeda/ perímetro mojado

S: pendiente de la superficie del fondo de cauce

n: rugosidad del cauce del río

La siguiente fig. 15 nos muestra los distintos valores de "n" que se adoptaran, Según Cowan en función de las condiciones del río.

Condición del cauce		Valores
Material considerado	Tierra	0,020
	Corte en roca	0,025
	Grava fina	0,024
	Grava gruesa	0,028
Grado de Irregularidad	Suave	0,000
	Menor	0,005
	Moderado	0,010
Variación de la Sección Transversal	Severo	0,020
	Gradual	0,000
	Ocasionalmente alternante	0,005
Efecto de las Obstrucciones	Frecuentemente alternante	0,010–0,015
	Insignificante	0,000
	Menor	0,010–0,015
Vegetación	Apreciable	0,020–0,030
	Severo	0,040 - 0,060
	Baja	0,005–0,010
	Media	0,010–0,025
Cantidad de Meandros	Alta	0,025–0,050
	Muy alta	0,050–1,000
	Menor	1,000
	Apreciable	1,150
	Severa	1,300

Fig. 15. Criterios y valores numéricos para la ecuación de Cowan material del cauce [16]

Material del cauce

A = Terroso

B = Rocoso

C = Gravoso fino

D = Gravoso grueso

Valor adoptado: **D = 0.028**

Grado irregularidad:

A = Ninguna

B = Leve

C = Regular

D = Severo

Valor adoptado: **B = 0.005**

Secciones variables:

A = Leve

B = Regular

C = Severo

Valor adoptado: **A = 0**

Efecto de obstrucciones:

A = Despreciables

B = Menor

C = Apreciable

D = Severo

Valor adoptado: **B = 0.01**

Vegetación:

A = Ninguna

B = Poco

C = Regular

D = Alta

Valor adoptado: **B = 0.01**

Grado sinuosidad:

A = Insignificante

B = Regular

C = Considerable

Valor adoptado: **B = 1.15**

Valor de " n " adoptado según COWAN **n = 0.06095**

Según Scobey:

Condiciones del río o quebrada: **n = 0.025**

Cauce de tierra natural limpios con buen alineamiento con o sin algo de vegetación en los taludes y gravillas dispersas en los taludes. **n = 0.030**

Cauce de piedra fragmentada y erosionada de sección variable con algo de vegetación en los bordes y considerable pendiente (típico de los ríos de entrada de ceja de selva). **n = 0.035**

Cauce de grava y gravilla con variación considerable de la sección transversal con algo de vegetación en los taludes y baja pendiente. (típico de los ríos de entrada de ceja de selva)
n = 0.040 - 0.050

Cauce con gran cantidad de canto rodado suelto y limpio, de sección transversal variable con o sin vegetación en los taludes (típicos de los ríos de la sierra y ceja de selva). **n = 0.060 - 0.075**

Cauce con gran crecimiento de maleza, de sección obstruida por la vegetación externa y acuática de lineamiento y sección irregular. (típico de los ríos de la selva), Valor de " n " adoptado según SCOBEEY: **n = 0.047**

Se selecciona el menor valor de "n" de los dos criterios: **0.047**

Cota de N.A.M.E por las huellas : 3899 m.s.n.m.

Área sección de quebrada (Aa) : 0.02 m² (0.05x0.40m)

Perímetro mojado (P) : 0.50 m

Pendiente del fondo de cauce (S) : **0.057**

Rugosidad del cauce del río (n) : **0.047**

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{A \cdot (A/P)^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 0.010 \frac{m^3}{s} = 10 \text{ lt/s}$$

Método de la velocidad y área

Para aplicar el siguiente método se realizaron los siguientes trabajos de campo:

- ✓ Selección de 2 tramos del río.
- ✓ Medición de la profundidad actual en el centro de la quebrada (h).
- ✓ Levantamiento topográfico de las secciones transversales seleccionadas indicando marcas o huellas dejadas por las aguas de máximas avenidas.
- ✓ Cálculo de la velocidad superficial del agua (Vs) que discurre, en una sección regularmente uniforme, habiéndose previamente definido la distancia entre ambos puntos.
- ✓ Medición del área de la sección transversal del río durante la avenida dejada por las huellas (Aa).

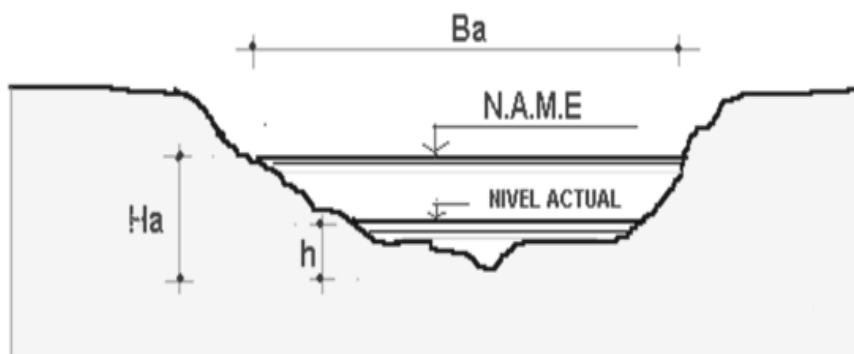


Fig. 16. Niveles medios y actuales en una sección transversal

Se aplicaron cálculos con las siguientes formulas:

$$Ha = Coef. \times \frac{Aa}{Ba}$$

Ha: Altura máxima de agua en la avenida

Aa: Área de la sección del río en la avenida

Ba: Ancho máximo del espejo de agua en la avenida.

Coef.: Coeficiente de amplificación adoptado

Ba = 0.8m

Coef. = 1.05

Aa = 0.02 m²

Ha = 0.03 m

$$Va = \frac{Vs \times Ha}{h}$$

Va: Velocidad de agua durante la avenida

Vs: Velocidad superficial del agua actual

Ha: Altura máxima de agua en la avenida

h: Profundidad actual en el centro del río o quebrada

Vs = 1.00 m/s

H = 0.05 m

Ha = 0.026 m (deberá ser mayor que h)

Va = 0.525 m/s

Caudal de avenida:

$$Q_{\text{máx}} = Va \times Aa = 0.0105 \text{ m}^3/\text{s} = 10.5 \text{ lt/s}$$

Verificación en la Captación de la Quebrada existente y el Manantial

Para este caso, he realizado dos cálculos, primero la determinación del caudal en el tramo recto en la zona antes de la captación en la quebrada y luego elegimos un tramo característico en el recorrido del agua que sale del manantial, de acuerdo a los métodos aprobados por el Ministerio de Agricultura para estos casos, como es el método del flotador.

Tabla V
Resultados de los aforos in situ de la segunda visita

Aforos										
Descripción	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m ²)	Espacio (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Velocidad Media (m/s)	Q (m ³ /s)	Q (lt/s)	%
Quebrada Ancarpampa sector captación	0.25	0.05	0.013	2	2.59	0.77	0.657	0.0082	8.21	63.37
Manantial en sección promedio antes del canal	0.2	0.03	0.01	2	2.15	0.93	0.791	0.0047	4.74	36.63
Total								0.013	12.95	100

Con lo cual se obtuvo tres resultados de las visitas de campo y un resultado de las revisiones bibliográficas a los estudios anteriores, en este caso del ALA Apurímac – Pampas (ver anexo), que nos permiten elaborar el siguiente cuadro final:

Tabla VI
Resumen de resultados

Método utilizado	Caudal Máximo (m ³ /s)
Método de Sección Pendiente	0.0100
Método de Velocidad Área	0.0105
ALA Apurímac (ver anexo)	0.0056
Aforo del Investigador	0.00821

De este cuadro final, se observa que el caudal disponible, varía de 0.0056 m³/s a 0.105m³/s en época de estiaje, siendo el promedio 0.0086m³/s. En este caso, para la investigación, se asumió el caudal aforado en la segunda visita a la quebrada Ancarpampa o Tambohuayco como caudal más desfavorable, asumiendo, además, que el manantial aporta o complementa este caudal con 0.00474 m³/s, con lo cual se tiene como caudal disponible:

$$Q_{\text{Disponible}} = 0.01295 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Demanda Hídrica

Para evaluar la demanda hídrica, realice la verificación del caudal mínimo disponible y el número de hectáreas que se pueden irrigar, a lo cual denominaremos el caudal demandado aplicando una metodología recomendada.

Evaluación del Número de Hectáreas Beneficiadas

En el presente caso, por contar con un caudal ofertado bastante bajo, nos apoyaremos con el volumen almacenado en el reservorio que es de 2,500m³, el cual entrara en funcionamiento cuando el caudal no satisfaga la demanda y para las hectáreas en secano. Se asumió que ingresa al reservorio un caudal de 8.21 l/s y sale un caudal del 90% por seguridad siendo 7.39 l/s. Con ello se determina el tiempo de llenado y vaciado del reservorio que sería:

$$t_L = V/Q_i = 84.59 \text{ horas}$$

$$t_s = V/Q_s = 93.97 \text{ horas}$$

Luego, se determina el N° de hectáreas a irrigar con un caudal de: 8.21 l/s (caudal aforado en la quebrada Ancarpampa como mínimo).

Para ello, se estima que a un surco se le debe suministrar agua en volúmenes y tiempo adecuados (dependiendo de las características de pendiente, y textura, del surco o melgas-ver cuadro):

Tabla VII

Longitud y caudal máximos recomendables en surcos de riego según la pendiente y textura del suelo

Pendiente (%)	Q _{máx} (l/s)	Longitud máxima de los surcos en metros, según la textura								
		Gruesa			Media			Fina		
		Lámina de agua a aplicar (mm)								
		50	100	150	50	100	150	50	100	150
0.25	2.5	150	220	265	250	350	440	320	460	535
0.5	1.25	105	145	180	170	245	300	225	310	380
0.75	0.83	80	115	145	140	190	235	175	250	305
1	0.63	70	100	120	115	165	200	150	230	260
1.5	0.41	60	80	100	95	130	160	120	175	215
2	0.23	50	70	85	80	110	140	105	145	185
3	0.21	40	55	65	65	90	110	80	120	145

Nota: De Métodos de riego – Carlos J. Grassi, CIDIAT. 1972 [15]

En este caso, para un surco con una pendiente mínima de 3% y un suelo de textura media, se plantean las siguientes dimensiones:

$$L_s = \text{longitud} = 110.00 \text{ m}$$

$$A_s = \text{ancho entre surco} = 0.70 \text{ m}$$

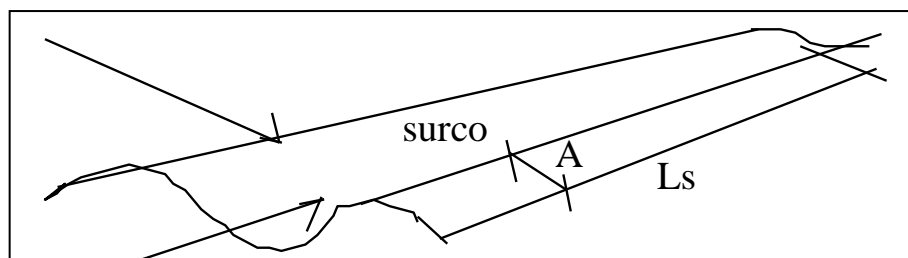


Fig. 17. Sección de surcos de riego [15]

Por recomendaciones de prácticas de campo, se determina que con un caudal de:

$$q = 0.21 \text{ l/s}$$

Se regará en un tiempo de: $t_q = 40 \text{ min}$

Con los datos anteriores se podrá determinar el número de surcos y consiguientemente la superficie a regar:

$$\text{Numero de surcos} = N_s = Q_s/q = 35.1905 \text{ surcos en 45 minutos}$$

Por lo tanto, tenemos un área:

$$At = Ns \times Ls \times As = 2,695 \text{ m}^2$$

Área de cultivo que beneficia el Canal

En el día de máximo riego, el canal será utilizado durante las 24.00 horas, ya que se asume la condición más crítica, es decir, que el reservorio no será utilizado y que el manantial Ancarpampa no aporta.

Ct = Coeficiente de Tiempo de Riego = Número de Horas / 24 horas

$$Ct = 24 / 24 = 1.00$$

Por lo tanto, con un caudal de: 8.21 l/s, se podrá determinar el número de surcos y consiguientemente la superficie a regar:

Numero de surcos = Ni = Qi/q = 39.09523 surcos en 45 minutos

$$\text{En un área: } At_2 = Ni \times Ls \times As = 3003 \text{ m}^2$$

En 24.00 horas se regará:

$$\text{N}^\circ \text{ de Has.} = At_2 \times ts_2/tq = 9.63 \text{ Ha/día}$$

Considerando una frecuencia de riego mínima de: 1 riego/mes, Se tendrán:

$$288.99 \text{ Ha/mes} > 283. \text{ Ha del proyecto.}$$

Balance Hídrico del Proyecto

Se concluye, que la oferta hídrica mínima disponible es de 0.01295m³/s, asumiendo la hipótesis que el manantial aporta y que tomamos el valor en estiaje en la quebrada de Ancarpampa.

En cuanto a la demanda hídrica máxima, esta será de 8.21 l/s o 0.00821 m³/s, habiéndose demostrado que con el 90% se vacía el reservorio de 2500m³ en 93.97 horas o 4 días y con el agua del canal se irrigan 288.99 Has > a las 283 has del proyecto.

En conclusión:

$$\text{Oferta–Demanda} = 0.0129\text{m}^3/\text{s} - 0.00821 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Oferta–Demanda} = 0.00474 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Por lo tanto, se concluye que el caudal disponible en la quebrada Ancarpampa es suficiente para el caudal requerido por el canal principal existente, teniendo aun el caudal del manantial disponible y el volumen de 2500 m³ de agua, para las épocas de sequía y de ampliación de la frontera agrícola.

Evaluación Hidráulica del Sistema de Riego

Corresponde a la evaluación de los cálculos principales de diseño hidráulico que se utilizan en el diseño de canales, primero el diseño de recorrido en planta y perfil del canal en los tramos identificados y segundo el cálculo de las obras de arte, tales como las captaciones, tomas laterales, desarenador, rápidas, transiciones, etc.

Para el primer caso, utilizaremos la fórmula de Manning, complementados con [7], y [11]. Debo anotar, además, que mediante la investigación se busca la eficiencia hidráulica del canal existente, por lo cual muchos de los parámetros son de verificación de las condiciones observadas en la visita de campo, que serán contrastadas con las condiciones actuales.

Considerando la problemática anteriormente expuesta, amerita realizar trabajos de mejoramiento y construcción en la infraestructura de riego en este importante sector del anexo de Santa Rosa.

Las acciones identificadas y que se plantean como producto del objetivo de la investigación son las siguientes:

- ✓ Evaluación de dos tomas de captación,
- ✓ Evaluación de las obras de sostenimiento del Reservorio existente
- ✓ Evaluación del Canal existente,
- ✓ Evaluación de las tomas laterales y
- ✓ Evaluación de las obras de arte más importantes, tales como Desarenador, Rápidas y Transiciones.

Toma Directa

Las tomas directas, son las captaciones para pequeños caudales que pueden ser menores a 2 m³/s, en la zona debe evitarse los materiales de arrastre para lo cual se instalara una rejilla para escombros.

Evaluación del diseño de captación en la quebrada.

El caudal a tomar se calculó en los aforos in situ, ya que será el canal principal y puede en ocasiones funcionar aun cuando la otra captación no funcione, en esas condiciones el caudal a ser tomado en cuenta será:

$$Q_{cap1} = 12.9 \text{ lt/s.}$$

$$Q_{cap1} = 0.0129 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Aplicando la fórmula de caudal para el caso de compuertas de izaje:

$$Q_{C1} = 2/3 * \sqrt{2g} * C * L * (H_1^{3/2} - H_2^{3/2})$$

Datos:

$$H = 0.15\text{m}$$

$$a = 0.10\text{m}$$

$$d = 0.08\text{m}$$

$$C = 0.665$$

$$H_1 = 0.1553\text{m}$$

$$H_2 = 0.0553\text{m}$$

Reemplazando los datos se obtiene.

$$L \cong 0.40 \text{ m (ancho de la captación)}$$

Evaluación de la captación en el manantial

Se analizó la captación con ventana sumergida para garantizar un flujo total para momentos de emergencia o limpieza de la otra captación.

Datos:

$$Q_{C2} = 0.0129 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$A = 0.15 \times 0.3 = 0.045 \text{ m}^2$$

Verificación de la Velocidad

De la ecuación de la continuidad

$$Q = A * V$$

$$V = Q / A = (0.0129 \text{ m}^3/\text{s}) / 0.045 \text{ m}^2 \cong 0.215 \text{ m/s}.$$

$$V = (0.0129 \text{ m}^3/\text{s}) / 0.045 \text{ m}^2.$$

$$V \cong 0.215 \text{ m/s}.$$

Velocidad de sedimentación

Para el cálculo se realizó con la fórmula de:

$$V_s = C_K * y^{0.64}$$

$$C_K = 0.72 \text{ (tabla: para arena gruesa)}$$

$$y = 0.10 \text{ m (Tirante asumido de flujo para el pre - dimensionado)}$$

$$V_s = 0.72 * (0.10\text{m})^{0.64}$$

$$V_s = 0.165 \text{ m/s}$$

Velocidad de erosión

De la tabla: $V_e = 0.60 \text{ m/s}$ (suelo arenoso grueso)

Por lo tanto, $V_s < V < V_e$ Cumple

Cálculo del coeficiente de descarga C

Aplicando el gráfico del libro de presas pequeñas: $C = 0.62$

Cálculo de la diferencia sumergida

Reemplazando valores en la Fórmula:

$$Q_{e2} = C * A * \sqrt{2 * g * h}$$

$$0.0129 \text{ m}^3/\text{s} = 0.62 \times 0.045 \text{ m}^2 \times \sqrt{2 \times 9.8 \times H}$$

$$H = 0.011 \text{ m} \cong 0.015 \text{ m. Cumple}$$

Obra de conducción: canales

El funcionamiento será por gravedad, que permite que se transporte el agua desde el punto de captación de la fuente hasta las zonas de cultivos, pasando por sistemas de control, limpieza, almacenamiento y distribución.

Evaluación del diseño hidráulico del canal

Luego de los cálculos hidráulicos, hidrológicos, agronómicos y tomando como caudal de diseño $Q = 0.0129 \text{ m}^3/\text{s}$, se aplicaron las siguientes formulas:

Ecuación de continuidad: $Q=V.A$

Siendo: $V= R^{2/3}S^{1/2}/n$

Remplazando en la ecuación llegamos a la ecuación de Manning, utilizada para el cálculo de las características hidráulicas de los canales

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

Dónde:

Q = caudal de diseño $0.0129 \text{ m}^3/\text{s}$.

$n = 0.020$ (canales de concreto pulido con gravas en fondo)

S = pendiente del canal en cada tramo

A = área de la sección transversal

R = radio hidráulico (A/P)

Z = Talud, 0 para canales rectangulares y de 0.50 a 1.00 p/canales trapezoidales revestidos de concreto según Clasificación SUCS.

Con estos resultados se establecieron las características hidráulicas para cada tramo, más un borde libre que supera el 30% del tirante en promedio, como margen de seguridad ante las incertidumbres identificadas en la evaluación hidrológica, ya que es una zona bastante alejada y sin ninguna información meteorológica confiable. Estos datos se ingresaron al modelo de simulación [7], y se obtuvieron los demás parámetros hidráulicos para las nuevas secciones:

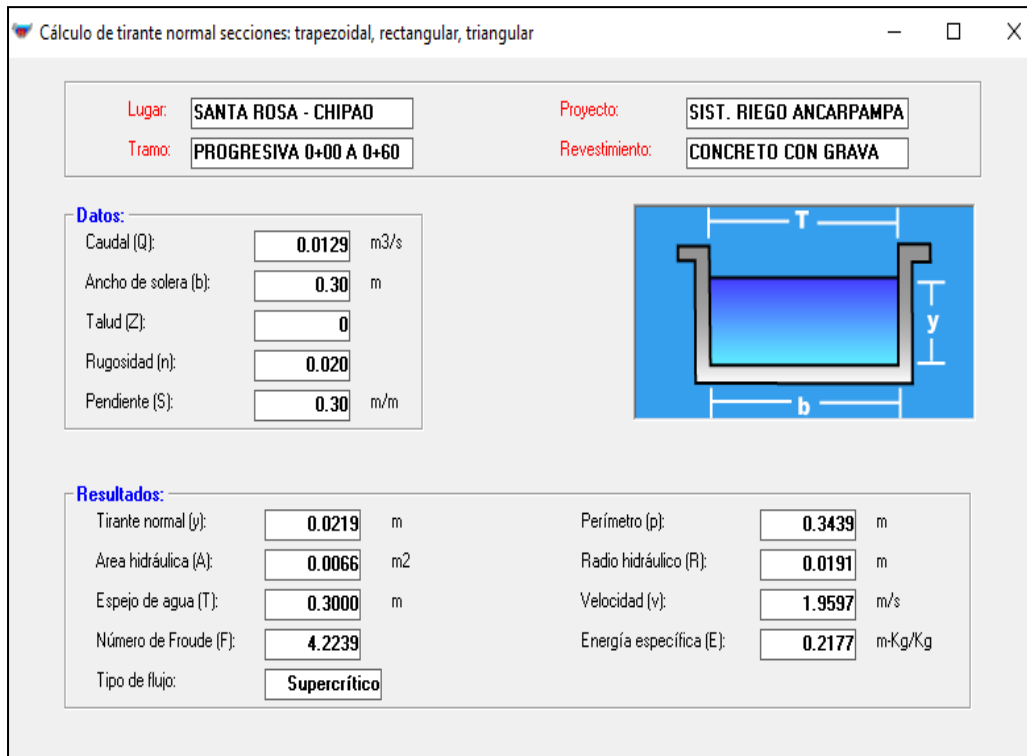


Fig. 18. Cálculo hidráulico del Tramo 1 del Canal (Zona de Rápidas)

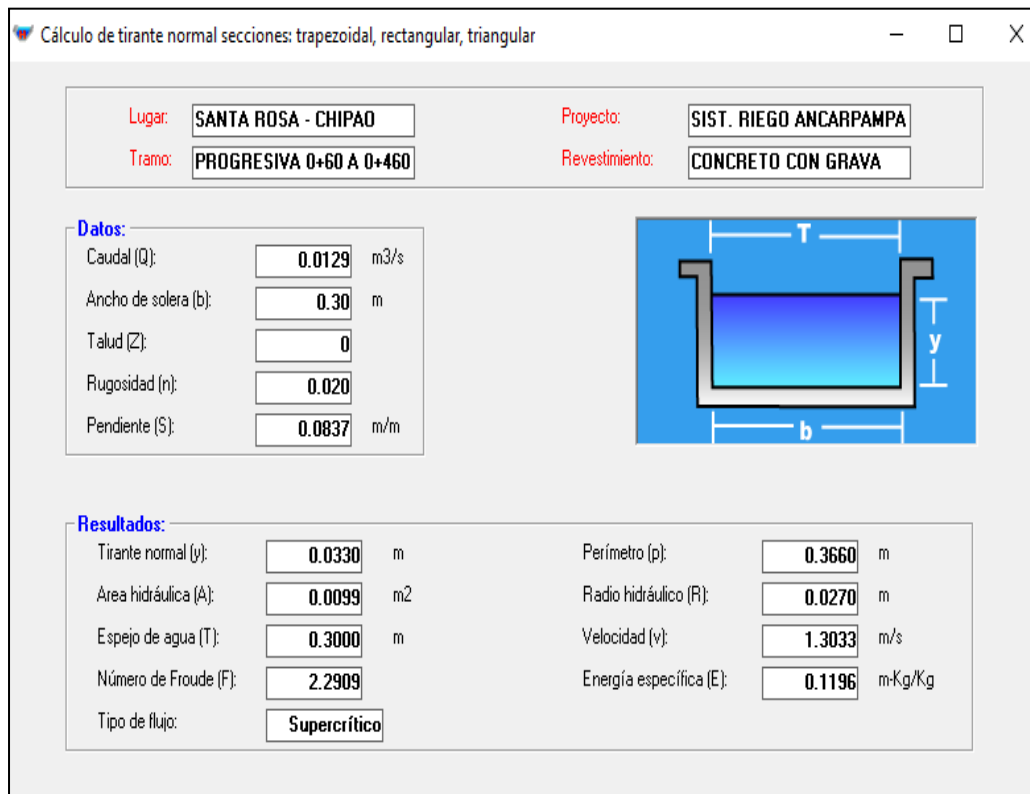


Fig. 19. Cálculo hidráulico del Tramo 2 del Canal

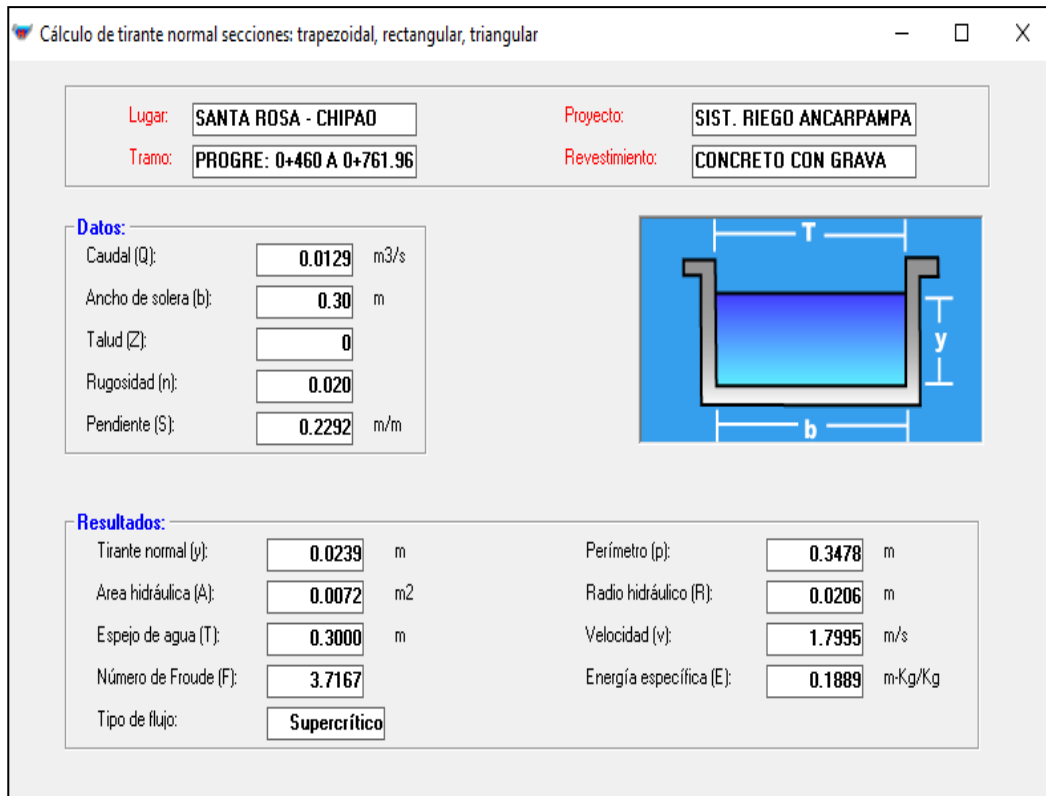


Fig. 20. Cálculo hidráulico del Tramo 3 del canal (Zona de Rápidas)

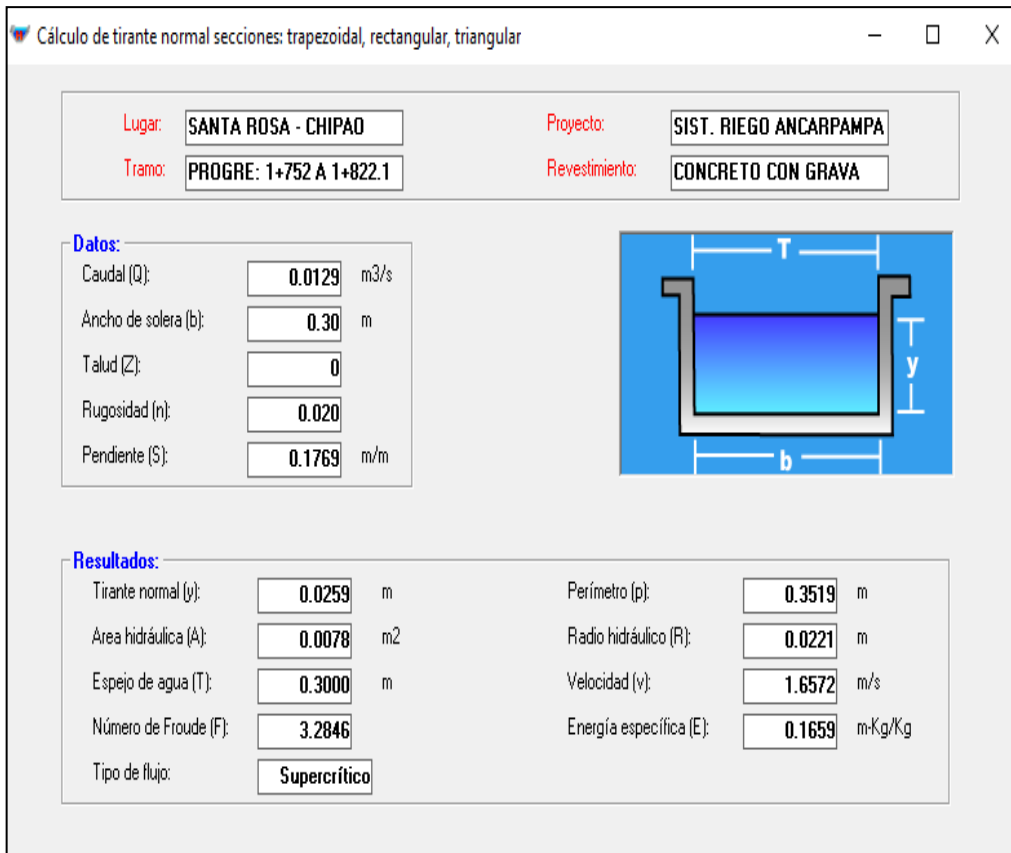


Fig. 21. Cálculo hidráulico del Tramo 4 del Canal

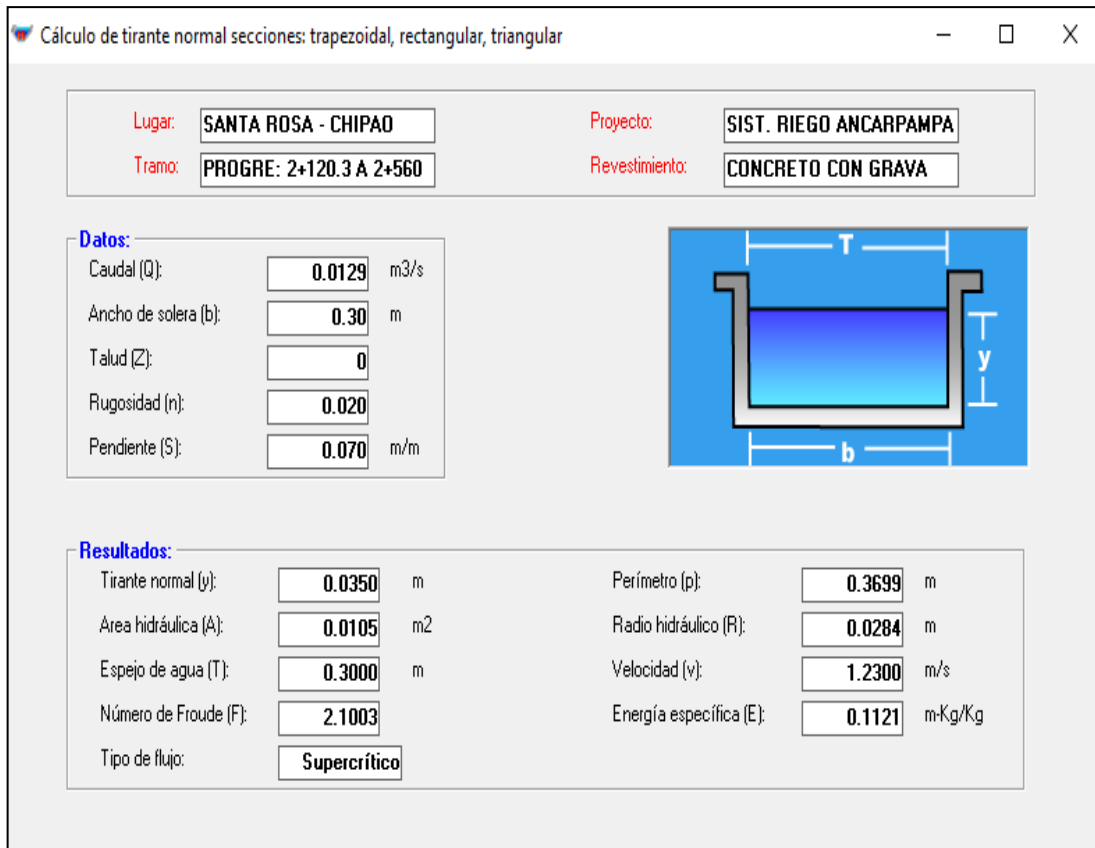


Fig. 22. Cálculo hidráulico del Tramo 5 del Canal

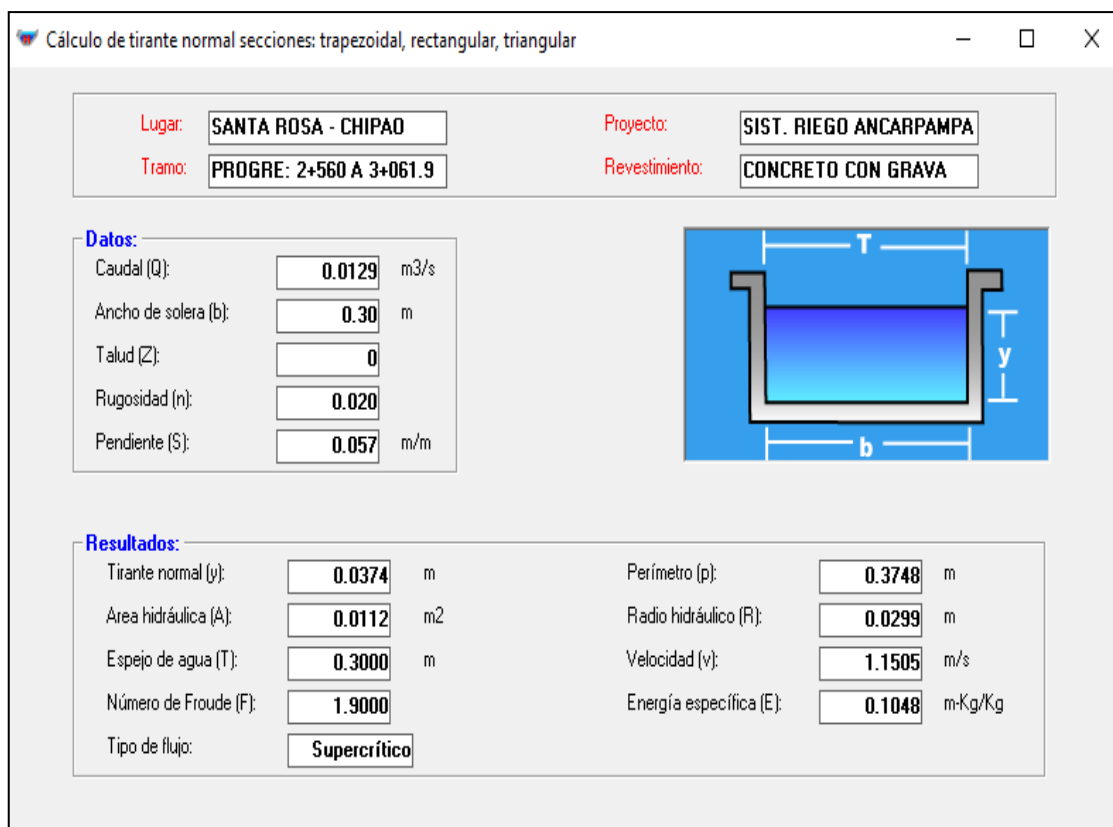


Fig. 23. Cálculo hidráulico del Tramo 6 del Canal

Tabla VIII
Secciones hidráulicas del canal

Tramo	Caudal (m ³ /s) Q	Ancho de la base (m) b	Rugosidad n	Pendiente S	Tirante (m) y	Borde libre m	Altura total H	Velocidad (m/s) V	Observ.
I	0.0129	0.30	0.02	0.3000	0.0219	0.15	0.20	1.9597	Rápidas
II	0.0129	0.30	0.02	0.0837	0.0330	0.15	0.20	1.3033	Canal
III	0.0129	0.30	0.02	0.2295	0.0239	0.15	0.20	1.7995	Rápidas
IV	0.0129	0.30	0.02	0.1769	0.0259	0.15	0.20	1.6572	Rápidas
V	0.0129	0.30	0.02	0.0700	0.0350	0.15	0.20	1.2300	Canal
VI	0.0129	0.30	0.02	0.0570	0.0374	0.15	0.20	1.1505	Canal

Como resumen de los cálculos presentados, se muestra en la tabla VIII las características hidráulicas de todos los tramos del canal de conducción:

Revestimiento de todo el tramo del canal en tierra

Para ratificar la necesidad del revestimiento del canal se debe verificar si las filtraciones justifican esta alternativa, por lo cual se realizaron las siguientes verificaciones:

Fórmula de Davis-Wilson

$$Q=(C/1000) *P*H^{1/3}$$

Dónde:

q = Pérdida por filtración, en m³/s*km

C = Coeficiente tipo de superficie = 30 (fango - arenoso)

P = Perímetro mojado, en m = 0.40 (promedio)

H = Profundidad normal, en m = 0.05 (redondeado)

Reemplazando los datos se obtuvo:

$$q = 0.00442 \text{ m}^3/\text{s}*\text{km} = 381.96 \text{ m}^3/\text{día}*\text{km}$$

$$q = 381.96 \text{ m}^3/\text{día}*\text{km}$$

Que es una cantidad considerable de agua que se pierde y que justifica el revestimiento del canal.

El revestimiento sugerido es de concreto con un espesor de 7.5cm en la base y de 5.0cm en las paredes, finalmente, estandarizamos la sección a una sección típica tomando la sección más desfavorable de todas las calculadas, quedando de la siguiente forma:

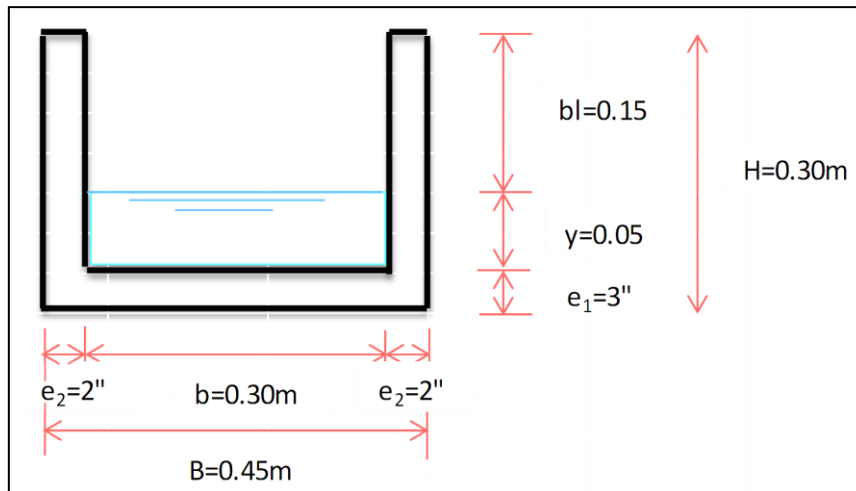


Fig. 24. Sección Típica del Canal

Obras de arte

Las obras de arte llamadas también estructuras secundarias, constituyen el complemento para el buen funcionamiento de un proyecto hidráulico. Este tipo de estructuras se diseñan teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: Según la función que desempeñan, Según su ubicación, De acuerdo a la seguridad contemplada en el estudio y según el riesgo como factor preponderante ante una probable falla y el impacto que ello cause.

En el caso del sistema de riego Ancarpampa, se evaluó hidráulicamente, el desarenador, las transiciones, las rápidas con el colchón disipador y las tomas laterales. Una mención aparte, es la evaluación estructural del muro de contención ubicado en la parte oeste del reservorio.

Evaluación del desarenador

Para el desarrollo del desarenador tome los datos hidráulicos y geométricos de la sección típica del canal, así como el diámetro medio del material a sedimentar como es la arena fina con $d = 0.8\text{mm}$, la ubicación recomendada es en la progresiva 0+165.

Las fórmulas adoptadas para el cálculo son las siguientes:

$$H = V_s * t$$

$$B = Q / (V_f * H),$$

$$V_f = a \sqrt{d}$$

$$L = (k * V_f * h) / V_s$$

Dónde:

H = Profundidad del pozo desarenador desde el del nivel del agua

V_s = Velocidad de Sedimentación, en m/s.

t = Tiempo de sedimentación, en s.

Reemplazando los datos se obtiene los siguientes valores:

$$H = 0.45\text{m}$$

$$B = 1.25\text{m}$$

$$L = 4.00\text{ m}$$

Por lo tanto, el pre dimensionado del desarenador requerido es de 4.5 m de longitud y 1.25 m de ancho; la profundidad de sedimentación es de 0.45 m.

Evaluación de las transiciones

En este caso, se consideran transiciones cuando se tenga cambios de sección, y cuando se produzcan cambios del ancho del canal aun con una misma forma de sección, como por ejemplo en las rápidas. Para el análisis preliminar a nivel de correspondiente, se calcula la longitud de transición, considerando una alabeada:

$$L = (b_1 - b_2) / \{2 \operatorname{tg} (22.5^\circ)\} =$$

$$L = (0.60 - 0.30) / 0.82843$$

$$L = 0.362 \cong 0.50\text{m}$$

Evaluación de rápidas y colchón amortiguador

Para este cálculo tenemos los siguientes datos:

En el canal rectangular

$$Q = 0.0129 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$n = 0.020$$

$$Z = 0$$

$$b = 0.30 \text{ m}$$

En la sección de control

Se asume un ancho de la sección de control que es el ancho para la sección rectangular de la rápida igual a 0.60m

El tirante en la sección de control es crítico (y_c):

$$y_c = 0.467 q^{2/3}$$

$$y_c = 0.057 \cong 0.06\text{m}$$

En la rápida

Se verifica el ancho asumido:

$$B = Q / \{1.71*(y_c + h_v)^{1.5}\}$$

$$B = 0.0129 / \{1.71*(0.06+0.0053)^{1.5}\}$$

$$B = 0.452 < 0.60 \text{ ok}$$

Para el colchón amortiguador

Se utiliza una hoja de cálculo y se obtienen los siguientes resultados:

Tirante Conjugado

$$Y_2 = (2*Y_1 * V_1^2 / g + Y_1^2 / 4) ^{0.5} - Y_1/2: (Y_2) = 0.2268 \text{ m}$$

$$Y_2 = 0.2268 \text{ m}$$

Asumido

Profundidad del colchón: (hp) 0.161 m \Rightarrow 0.50m

Con lo cual se ahoga el salto.

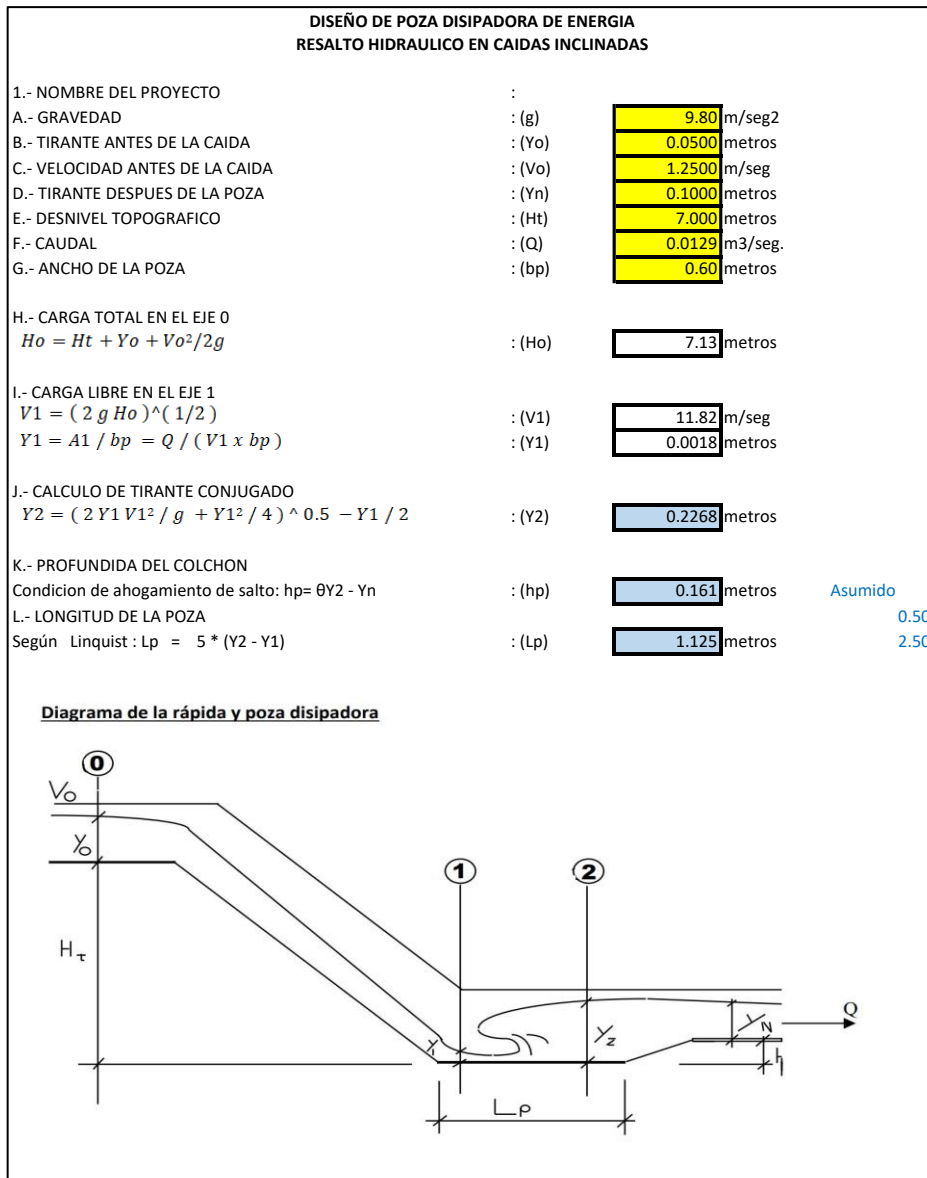


Fig. 25. Poza disipadora de energía

Longitud de la poza: (Lp) 1.125 m \Rightarrow 2.50m

De los cálculos hidráulicos se obtiene una sección estructural típica rectangular para las rápidas.

Obras de Protección

Son estructuras que retienen o suministrar cierto grado de confinamiento lateral al suelo o a otro tipo de materiales sueltos.

Evaluación del muro de contención a gravedad

En las visitas de campo se ha comprobado que existe una zona adyacente al reservorio de agua que presenta filtraciones lo cual crea desestabilización en la ladera contigua al canal existente, que puede producir asentamientos, por lo cual es necesario evaluar dichas estructuras de sostenimiento complementaria a la existente, proponiéndose construir muros

de contención de gravedad de concreto ciclópeo por adaptarse mejor a la fisiografía de la zona.

Datos para el análisis

$$\gamma = 1,690 \text{ Kg/m}^3 \text{ (areno limoso)}$$

$$h = 3.00 \text{ m.}$$

$$b = 2.50 \text{ m.}$$

$$\sigma_t = 1.13 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (del Estudio de Suelos)}$$

$$D = 0.50 \text{ (altura de zapata)}$$

$$\phi = 32^\circ$$

$$\gamma_{\text{con}} = 2,200 \text{ Kg/m}^3$$

Analizando las condiciones de la sección elegida, se obtienen los siguientes resultados:

Verificación de compresión y tracción

$$P = F_v (1 + 6e/b) / (a * b)$$

$$P = 3.06 < d \text{ Conforme}$$

Chequeo al volteo

$$FSV = M_i / (E_h * D_h)$$

$$FSV 4.49 > 2 \text{ Conforme}$$

Chequeo al deslizamiento

$$FSD = P_i * f / E_h$$

$$FSD = 2.26 > 2 \text{ Conforme}$$

2.7 Verificación de hipótesis.

Verificación de hipótesis general.

La evaluación hidrológica e hidráulica **influye** en el mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el sistema de riego Ancarpampa, distrito de Chipao, provincia de Lucanas, región Ayacucho.

Contrastación:

La hipótesis planteada es afirmativa, puesto que la evaluación hidrológica e hidráulica **influyen notablemente**, como se ha podido observar en el desarrollo de la investigación y es la base para el mejoramiento de la eficiencia hidráulica, ya que ha proporcionado los parámetros fundamentales que han permitido conocer y plantear soluciones para alcanzar la meta establecida.

Verificación de hipótesis específicas.

La evaluación hidrológica **define** la mejor metodología de diseño de las obras hidráulicas en el sistema de riego Ancarpampa.

Contrastación 1:

La hipótesis planteada es afirmativa, puesto que la evaluación hidrológica **ha permitido definir** la metodología de desarrollo de la investigación que ha permitido conocer el balance hídrico que es la oferta – demanda, para determinar qué obras hidráulicas se necesitarán, que en este caso es suficiente, puesto que el balance hídrico resultante es positivo.

La evaluación hidráulica **determina** las condiciones de flujo en las obras hidráulicas del sistema de riego Ancarpampa.

Contrastación 2:

La hipótesis planteada es afirmativa, puesto que la evaluación hidráulica ha determinado las condiciones de flujo, que en este caso ha permitido conocer: si las dimensiones son las correctas, si la velocidad del flujo es la adecuada, que no cause ni sedimentación o erosión en las paredes del canal, entre otros. Con ello se ha logrado conocer tanto las condiciones del flujo como de las estructuras en general.

III. RESULTADOS

Como resultado de la presente investigación se ha considerado:

- ✓ Rehabilitación de la captación directa en la quebrada de Ancarpampa, con capacidad de captar 12.9 l/s, que incluye rejilla para evitar el ingreso al canal de escombros y ancho de 0.40m. Rehabilitación de la captación de manantial con ventana sumergida, con capacidad de captación de 12.9 l/s.
- ✓ Implementación de un desarenador ubicado en la progresiva 0+165, para sedimentar arena de diámetro de 0.8 mm, dimensionado del desarenador requerido es de 4.5 m de longitud y 1.25 m de ancho; la profundidad de sedimentación es de 0.45 m, velocidad de sedimentación 0.165m/s.
- ✓ Adecuación de canal de conducción de longitud de 3100m, a una sección típica de 0.30*0.30 de concreto, conformado por 6 tramos que presenta las siguientes características:

Tramo I (rápida)

Caudal = 0.0129 m³/s

Ancho base = 0.30m

Rugosidad = 0.020

Pendiente = 0.3000

Tirante = 0.0219 m

Borde libre = 0.15m

Altura total = 0.20m

Velocidad = 1.9597 m/s

Tramo II (canal)

Caudal = 0.0129 m³/s

Ancho base = 0.30m

Rugosidad = 0.020

Pendiente = 0.0837

Tirante = 0.0330 m

Borde libre = 0.15m

Altura total = 0.20m

Velocidad = 1.3033 m/s

Tramo III (rápida)

Caudal = 0.0129 m³/s

Ancho base = 0.30m

Rugosidad = 0.020

Pendiente = 0.2295

Tirante = 0.0219m

Borde libre = 0.15m

Altura total = 0.20m

Velocidad = 1.799 m/s

Tramo IV (rápida)

Caudal = 0.0129 m³/s

Ancho base = 0.30m

Rugosidad = 0.020

Pendiente = 0.1769

Tirante = 0.0259m

Borde libre = 0.15m

Altura total = 0.20m

Velocidad = 1.657 m/s

Tramo V (rápida)

Caudal = 0.0129 m³/s

Ancho base = 0.30m

Rugosidad = 0.020

Pendiente = 0.0700

Tirante = 0.035 m

Borde libre = 0.15m

Altura total = 0.20m

Velocidad = 1.230 m/s

Tramo VI (rápida)

Caudal = 0.0129 m³/s

Ancho base = 0.30m

Rugosidad = 0.02

Pendiente = 0.3000

Tirante = 0.0219 m

Borde libre = 0.15m

Altura total = 0.20m

Velocidad = 1.1505 m/s

Altura total = 0.20m

Velocidad = 1.9597 m/s

- ✓ Ampliación de muro de contención de gravedad de concreto ciclópeo del reservorio de almacenamiento en una longitud de 25m, altura 3.0m, ancho 2.5m, considerándose en el análisis:

$$\gamma = 1,690 \text{ Kg/m}^3 \text{ (areno limoso)}$$

$$h = 3.00 \text{ m.}$$

$$b = 2.50 \text{ m.}$$

$$\sigma_t = 1.13 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (del Estudio de Suelos)}$$

$$D = 0.50 \text{ (altura de zapata)}$$

$$\phi = 32^\circ$$

$$\gamma_{\text{con}} = 2,200 \text{ Kg/m}^3$$

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de concluir con la evaluación hidrológica e hidráulica del sistema de riego Ancarpampa, seguidamente se va a analizar los resultados obtenidos en relación a las hipótesis planteadas en la presente investigación:

Para abordar la primera discusión de los resultados, se recuerda la parte esencial de la hipótesis específica 1, menciona la relación que debe existir entre evaluación hidrológica y metodología elegida.

En este punto debo recordar que el análisis hidrológico elegido en este caso, dependió de la existencia de datos históricos confiables, lo cual no fue posible, ya que las estaciones hidrometeorológicas de la zona se encontraban aguas abajo de la zona de investigación y, por lo tanto, las condiciones climáticas eran distintas y la configuración de la pequeña cuenca de influencia de la quebrada Ancarpampa o del manantial, no disponía de información pluviométrica. En estas condiciones se aplicaron metodologías empíricas de mediciones in situ, que evidentemente indican en los resultados de la evaluación hidrológica, pues se deben considerar como en el caso del caudal máximo de diseño, factores de seguridad amplios y fuentes para garantizar la oferta hídrica mixtas y alternadas, con lo cual se confirma la hipótesis planteada.

Ahora, en lo que se refiere a la segunda discusión, esta plantea que la evaluación hidráulica determina las condiciones de flujo en las obras hidráulicas analizadas; es evidente que de la revisión de los cálculos en cada una de las obras hidráulicas componentes del sistema de riego Ancarpampa, se evidencia que los resultados condicionan los regímenes de flujo, ya que existen recomendaciones, por ejemplo en el caso de las obras de conducción: Los canales, que es preferible el flujo suscritico, sin embargo observamos en varios tramos del canal que la evaluación ha impuesto pendientes mayores del 15% en dos tramos, obligando a trabajar con rápidas y colchones disipadores, que trabajan en régimen supercrítico y condición crítica.

Incluso en los tramos con pendientes bajas, se conduce el flujo en régimen supercrítico, como se ve en los resultados de la aplicación del [8].

Otro ejemplo claro, lo tenemos en las captaciones, donde sucede lo mismo, la evaluación hidráulica ha modificado el régimen de flujo con que ingresa el agua a las tomas, tanto en la quebrada como en el manantial, obligando en este último a trabajar en forma sumergida, para garantizar el ingreso del agua en épocas de estiaje.

Si resumimos lo mencionado en los puntos anteriores, tendríamos que decir que los resultados de las evaluaciones hidrológica e hidráulica influyen en el mejoramiento de la eficiencia hidráulica en el sistema de riego, lo cual confirma la hipótesis central de la investigación.

Este mejoramiento se manifiesta en el óptimo diseño de las obras hidráulicas y en la mejor captación, conducción y distribución del agua, eliminando en primer lugar las pérdidas por erosión en las captaciones, las pérdidas del agua por filtraciones en los tramos en tierra del canal

y también las pérdidas por filtraciones en el muro de sostenimiento del reservorio de almacenamiento.

V. CONCLUSIONES

- ✓ La evaluación hidrología, se desarrolló aplicando primero un análisis de la cuenca general, que es la cuenca del Rio Pampas, de la cual se desprende la cuenca del Rio Sondondo, y uno de los conformantes de esta cuenca es la microcuenca del Rio Mayobamba. La quebrada Ancarpampa es uno de los pequeños afluentes o aportantes al Rio Mayobamba y su área de influencia es muy pequeña, pero es la fuente del sistema de riego Ancarpampa.
- ✓ El análisis hidrológico se llevó a cabo por métodos empíricos con mediciones in situ, por las condiciones de falta de información confiable, como ya se mencionó, aplicándose los métodos de sección – pendiente, área – velocidad y aforos mediante estructuras pequeñas de vertimiento, lo cual concluyo con una oferta hídrica disponible de $Q=0.0129 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ✓ En lo que se refiere a la demanda hídrica, se asumió condiciones críticas, por lo cual solo se tomó para las verificaciones el caudal identificado en la evaluación hidrológica para la quebrada Ancarpampa, es decir de solo una de las fuentes $Q = 0.00821 \text{ m}^3/\text{s}$. Esto obligo a aplicar un análisis considerando el aporte del reservorio de almacenamiento de $2,500\text{m}^3$ en momentos de escasez de aporte del canal, y con ello se aplicó la metodología agronómica del [13], lográndose garantizar por lo menos 1 riego al mes de $288.99 \text{ Ha}/\text{mes} > 283$. Ha del proyecto, el otro riego al mes planteado por los usuarios se realizaría con agua del reservorio como condición sustentable, y con agua del canal cuando las condiciones climatológicas lo permitan.
- ✓ De la evaluación hidráulica, podemos concluir que los nuevos cálculos realizados, aplicando las fórmulas para tomas de captación directa con funcionamiento de compuertas, en nuestro caso, de izaje o verticales de la USBR, ha dado mejores dimensionamientos a las ventanas de captación, manteniendo el ingreso del flujo con velocidades superiores a las de sedimentación.
- ✓ La evaluación hidráulica identificó, que el canal en los tramos que se encontraban en tierra, producía pérdidas del agua iguales a $q = 0.00442 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km} = 381.96 \text{ m}^3/\text{día} \cdot \text{km}$, disminuyendo en forma constante la eficiencia hidráulica, por lo cual la propuesta de revestimiento es sostenible, pero como recubrimiento en los tramos bajo tierra y como muro de concreto en los tramos sobre tierra.
- ✓ Con respecto a la sección hidráulica promedio asumido del canal, que es de $0.30\text{m} \times 0.20\text{m}$, es necesario aclarar que el tirante identificado en los cálculos hidráulicos es de 0.05m , sin embargo, se ha considerado un borde libre de 0.15m , esto debido a la inexistencia de los datos climáticos confiables en la zona, a la dispersión de los valores obtenidos por los métodos empíricos con respecto al caudal máximo de diseño. Se ha

preferido contar con una altura adicional de seguridad, que pueda en el futuro transportar mayores caudales y así ampliar la frontera agrícola, previa modificación en los tramos entubados.

- ✓ Existen tramos con pendientes altas que superan el 15%, en donde se han proyectado rápidas con pozas disipadoras de energía, incluso se plantean varias rápidas en sucesión, esto garantiza la continuidad del flujo con disipación de energía cada cierto tramo, con lo cual se mejoran las condiciones en el canal.
- ✓ En general, considero que se ha cumplido el objetivo central, que era la realización de la evaluación hidrológica e hidráulica con fines de mejoramiento de la eficiencia hidráulica.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda culminar con el revestimiento del canal, asimismo, incrementar la sección del canal trapezoidal, debido a que las pérdidas son generalmente por infiltración, ya que en algunos tramos el paño lateral del canal se encuentra deteriorados y la eficiencia se estima que este por el orden de 60.80% lo cual no abastece a todos los usuarios en la cual recorre el canal.
- ✓ Instalar instrumentos de medición en las partes altas de las cuencas o microcuencas, con ello se contaría con información en las cabeceras de cuenca que es muy valiosa para los proyectos hidráulicos, como se evidencia en el caso de la presente investigación. Ello mejoraría la data y con ello se ajustan mejor las metodologías y con seguridad los resultados.
- ✓ Analizar la estabilidad de los taludes por donde recorre el canal, especialmente en los tramos con pendientes altas, se han observado la presencia de pequeñas fallas de geodinámica externa.
- ✓ Se recomienda realizar el mantenimiento del canal, la ineficiente infraestructura trae consigo la acumulación de malezas y sedimentación, que genera que se desperdicie el agua por rebose.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Fonseca Mota y L. Sánchez, Tesis: “*Análisis de un Canal de Riego en tierra vs. revestido de Suelo Cemento*”. [Tesis de grado], Guayaquil (Ecuador); Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Guayaquil, 2018.
- [2] W.M. Baltodano y S del S. Morales Núrinda, “*Diseño de un canal de 1 km de longitud que comprende la parte de la zona 2,5,6 y 11 del municipio de la ciudad de Sandino*”. [Tesis de grado], Nicaragua (Managua); Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2015.
- [3] Llerena, L., “*Mejoramiento del Sistema de Riego canal Shumin – San Benito, distrito de Usquil – Otuzco, La Libertad*”. [Tesis de grado], Trujillo (Perú), Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- [4] Gutiérrez, R., “*Diseño de un canal de riego para el Caserío Ochape bajo, distrito de Cascas, provincia Gran Chimú, departamento La Libertad*”. [Tesis de grado], Trujillo (Perú), Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [5] P.A. Tello Sánchez y F. Sánchez Ayala, “*Estudio Hidrológico y diseño hidráulico de obras de captación y conducción para la implementación de un nuevo sistema de riego en una tierra de cultivo para palta en el distrito de Luricocha de la provincia de Huanta-departamento de Ayacucho*”, [Tesis de grado], Lima (Perú); Universidad Peruana de la Ciencia s aplicadas, 2016.
- [6] I. Quispe Palomino, *Diseño hidráulico de obras de captación y conducción para mejorar la eficiencia del canal de riego, Porta Cruz – Ayacucho*, [Tesis de grado], Lima (Perú); Universidad Cesar Vallejos 2022.
- [7] Software Hcanales.
- [8] Manual Criterios de diseño obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico -ANA.
- [9] Expediente técnico del ministerio de agricultura y riego - MINAGRI.
- [10] Expediente técnico de la Municipalidad distrital de Chipao sobre proyectos de riego.
- [11] Manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transportes y comunicaciones.
- [12] Estudio de los recursos hídricos cuenca del Rio Pampas – ANA.
- [13] Software AutoCAD Civil 3D.
- [14] Software Auto CAD LAND
- [15] Grassi, C. “*Métodos de riego*”. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras CIDIAT. Mérida, 1972.
- [16] A. Rocha. “*Tuberías y Canalizaciones*”. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú, 2007.

Capítulo VIII. Anexos



Fig. 26 Vista panorámica de la zona de captación, a la izquierda arriba la quebrada Ancarpampa y a la derecha abajo el manantial.



Fig. 27 Vista del tramo 1 del canal en tierra, después de la unión y antes del reservorio.



Fig. 28. Vista del reservorio de almacenamiento de 2500 m³, recibe al canal y este continua su recorrido.



Fig. 29. Vista panorámica del reservorio de almacenamiento de 2500 m³.



Fig. 30. Vista de la parte final del tramo uno del canal en tierra, zona de rápidas.



Fig. 31. Vista tramo del canal revestido de concreto en buen estado de conservación.



Fig. 32. Vista tercer tramo del canal en tierra, se observan trabajos rústicos en piedra.



Fig. 33. Vista Satelital de la Ubicación del Anexo Santa Rosa - Chipao

Tipo de suelo o de revestimiento	Velocidad media máxima admisible (m/s)
CANALES SIN REVESTIR	
Arcilla blanda o muy menuda	0.2
Arena pura muy fina o muy ligera	0.3
Arena suelta muy ligera o fango	0.4
Arena gruesa o suelo arenoso ligero	0.5
Suelo arenoso medio y légamo de buena calidad	0.7
Légamo arenoso, grava pequeña	0.8
Légamo medio o suelo aluvial	0.9
Légamo firme, légamo arcilloso	1
Grava firme o arcilla	1.1
Suelo arcilloso duro, suelo de grava común, o ardila y grava	1.4
Piedra machacada y ardila	1.5
Grava gruesa, guijarros, esquisto	1.8
Conglomerados, grava cementada, pizarra blanda	2
Roca blanda, capas de piedras, capa dura	2.4
Roca dura	4
CANALES REVESTIDOS	
Hormigón de cemento moldeado a pie de obra	2.5
Hormigón de cemento prefabricado	2
Piedras	1.6-1.8
Bloques de cemento	1.6
Ladrillos	1.4-1.6
Membrana de plástico sumergida	0.6-0.9

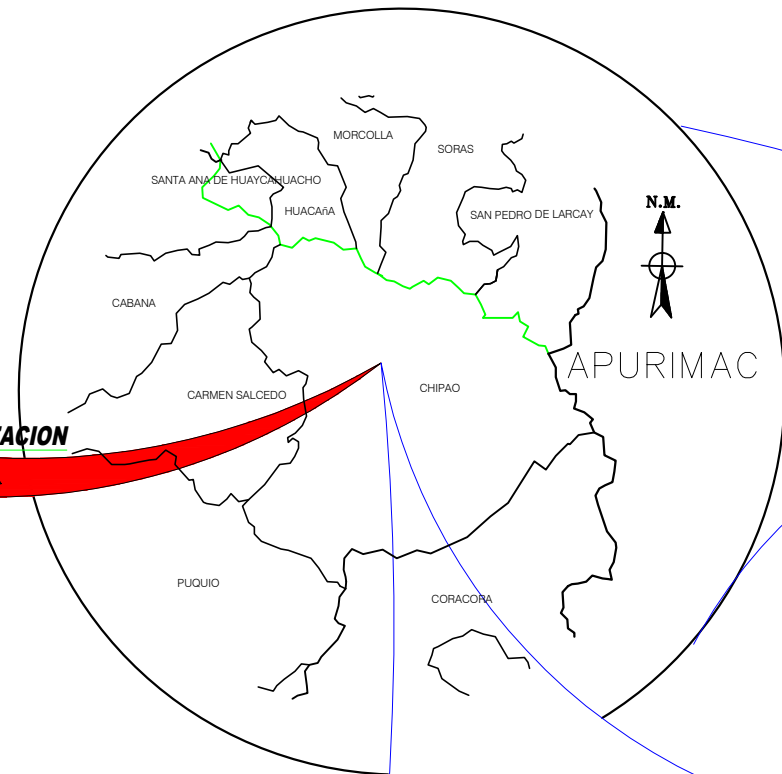
Fig. 35. Velocidades medias maximas admisible en canales

<u>Tipo de suelo*</u>	<i>Promedio de las perdidas diarias de agua po m² de perímetro mojado</i>	
	(m ³ /día)	(l/día)
Arcilla impermeable	0.09	90
Légamo arcilloso	0.18	180
Arcilla arenosa o conglomerados	0.25	250
Légamo o légamo arcilloso de arena	0.40	400
Légamo arenoso	0.50	500
Tierra y grava o material de aluvión	0.70	700
Gravina y material poroso	1.00	1000
Gravas muy porosas	1.80	1800

Fig. 36. Perdidas de agua según el tipo de suelo

PROVINCIA DE LA MAR

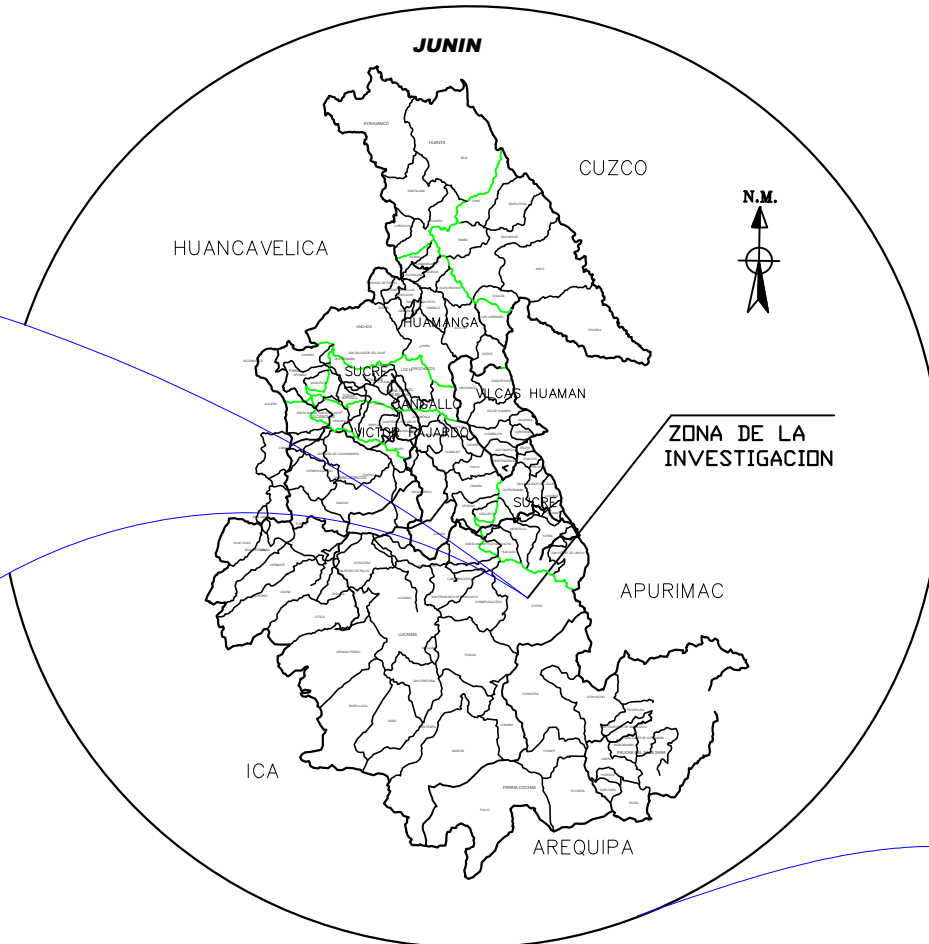
S/E



N.M.

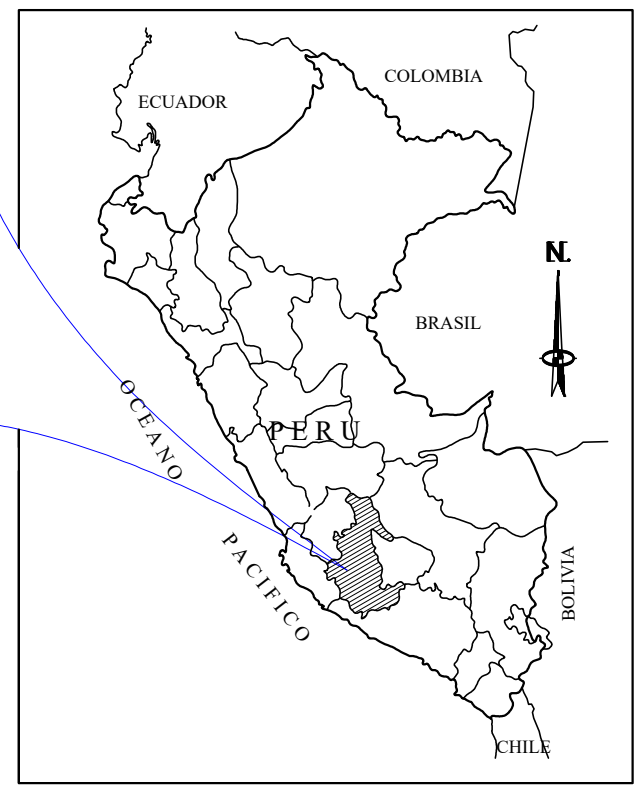
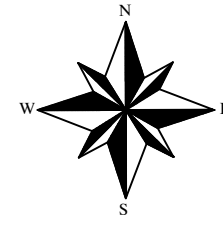
APURIMAC

JUNIN



N.M.

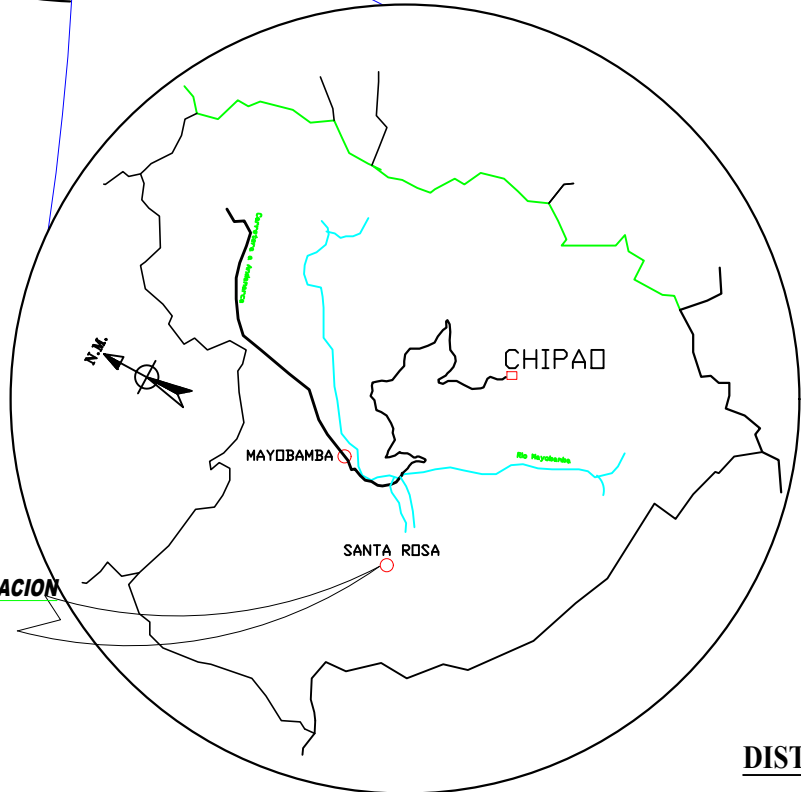
ZONA DE LA INVESTIGACION



MAPA DEL PERU

S/E

DE	A	Dist. Kms.	Tiempo Hrs.	Tipo de Via	Frecuencia	Vehiculos o Medios de Transporte
Huamanga	Huancasancos	140.00	5:00	Afirmada	Interdiaria	Combi-Camioneta
Huancasancos	Puquio	310.00	9:00	Afirmada	Interdiaria	Combi-Camioneta
Puquio	Santa Rosa	112.50	4:35	Afirmada	Diaria	Combi-Camioneta



N.M.

CHIPAO

MAYOBAMBA

SANTA ROSA

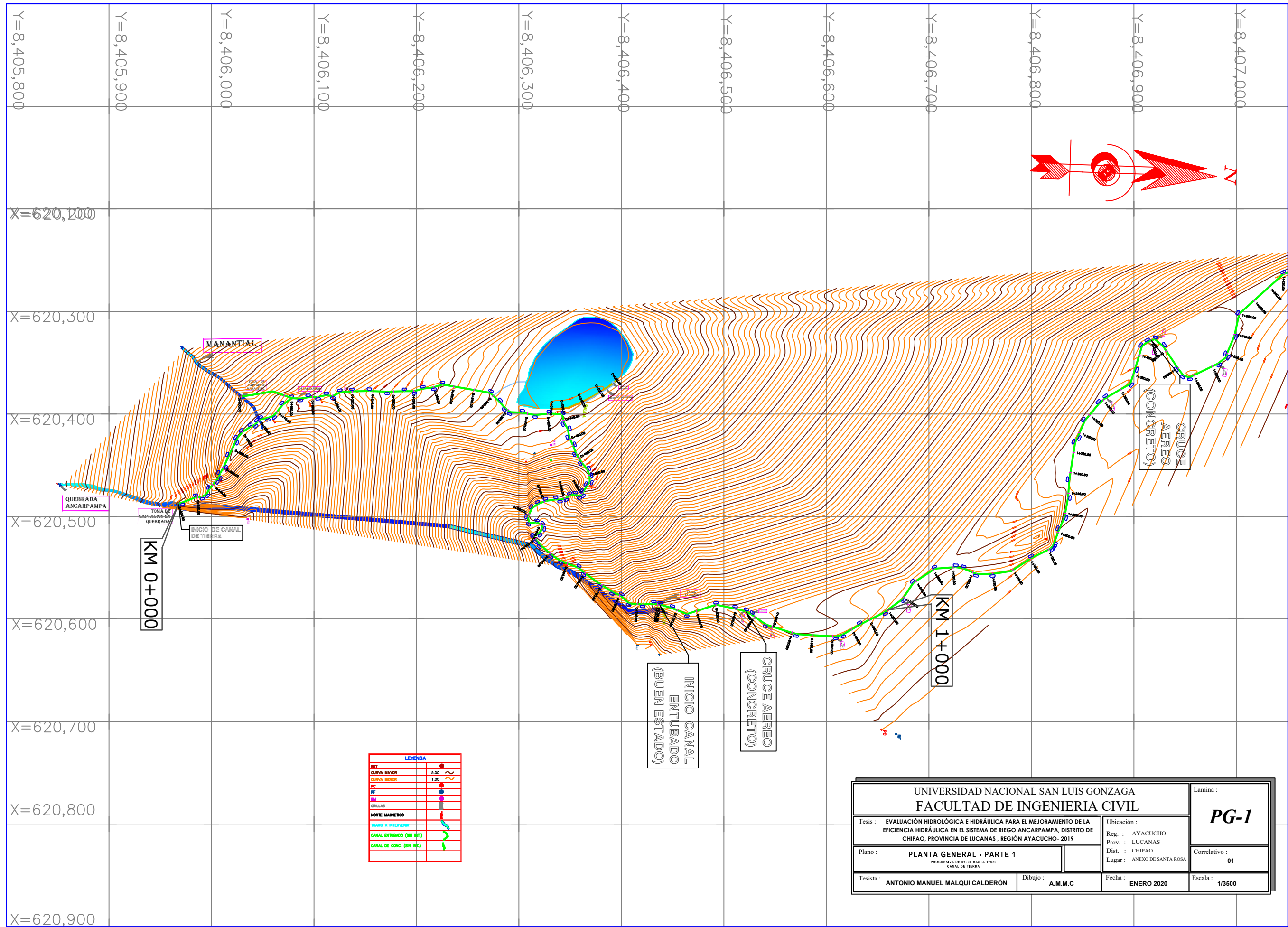
LUGAR DE LA INVESTIGACION

DISTRITO DE CHIPAO

LEYENDA

	CARRETERA AFIRMADA
	TROCHA CARROZABLE
	CANTERA MUYOCC
	PROVINCIA
	DISTRITO

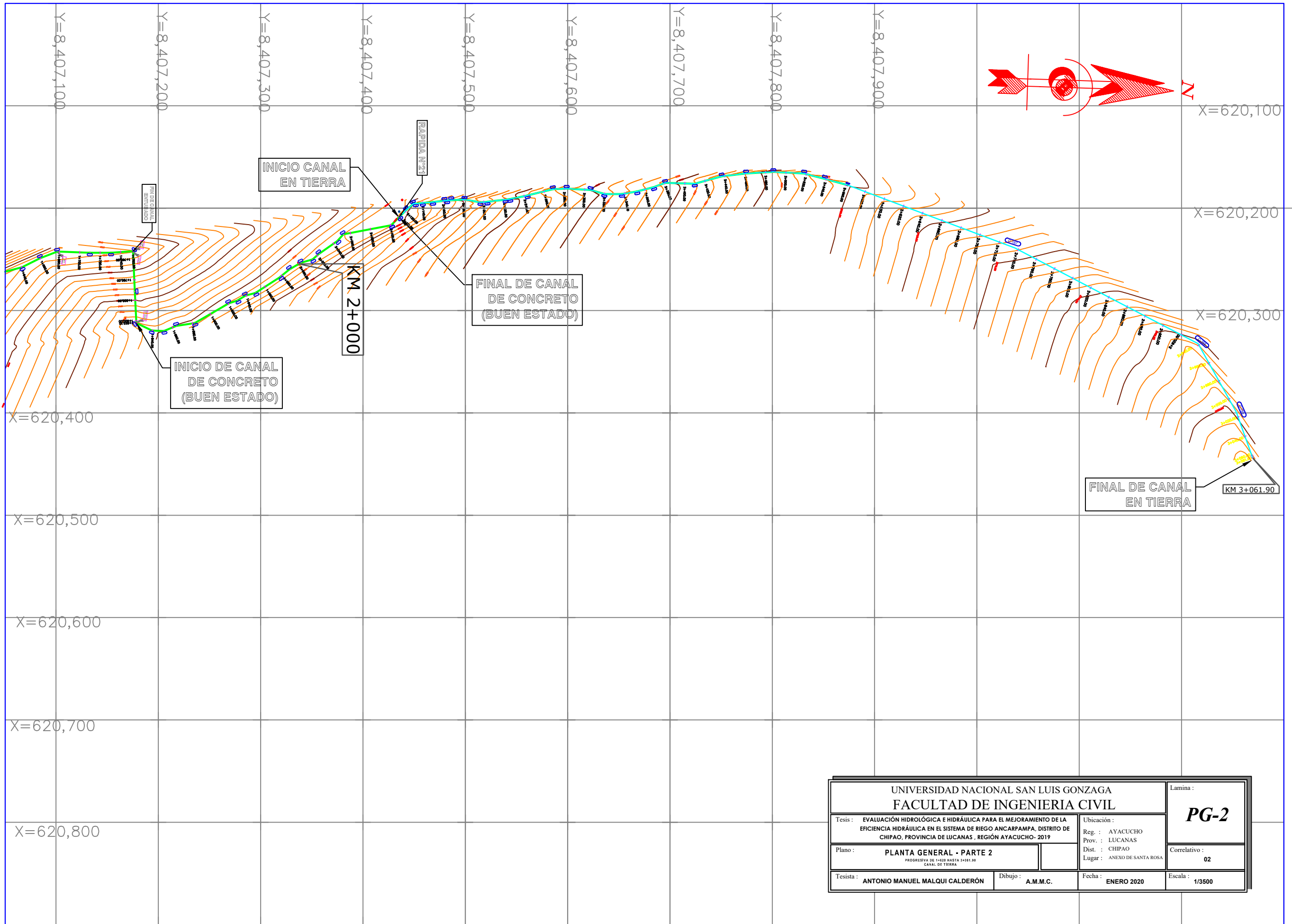
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		Lamina :
Tesis : EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA EN EL SISTEMA DE RIEGO ANCARPAMPA, DISTRITO DE CHIPAO, PROVINCIA DE LUCANAS, REGIÓN AYACUCHO- 2019		Ubicación : Reg. : AYACUCHO Prov. : LUCANAS Dist. : CHIPAO Lugar : ANEXO DE SANTA ROSA
Plano :	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	Correlativo : 01
Tesisista : ANTONIO MANUEL MALQUI CALDERÓN	Dibujo : A.M.M.C.	Fecha : ENERO 2020 Escala : 1/750



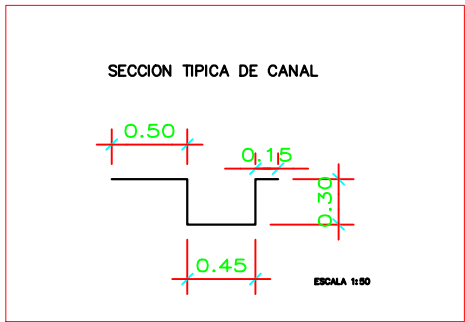
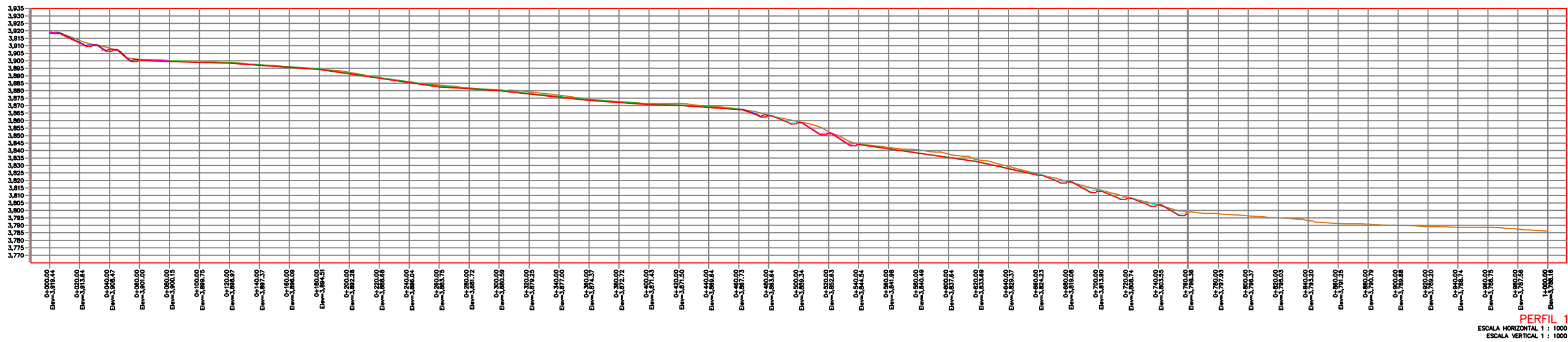
LEYENDA

EST	
CURVA MAYOR	5.00
CURVA MENOR	1.00
PC	
PI	
PIVILLAS	
NORTE MAGNETICO	
INICIO "X" INTERVENCIÓN	
CANAL ENTUBADO (200 MM)	
CANAL DE CONG. (200 MM)	

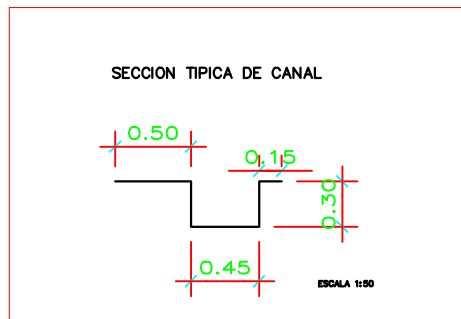
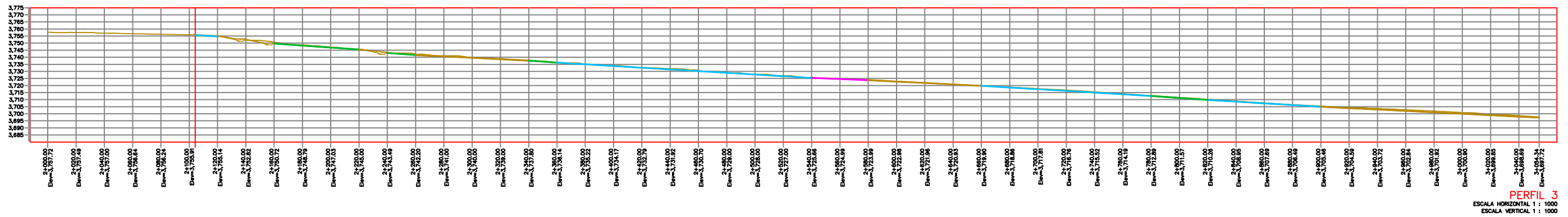
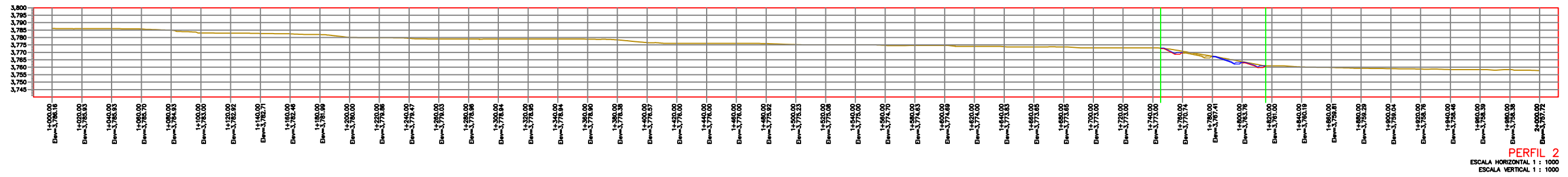
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		Lamina : PG-1
Tesis : EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA EN EL SISTEMA DE RIEGO ANCARPAMPA, DISTRITO DE CHIPAO, PROVINCIA DE LUCANAS, REGIÓN AYACUCHO- 2019		Ubicación : Reg. : AYACUCHO Prov. : LUCANAS Dist. : CHIPAO Lugar : ANEXO DE SANTA ROSA
Plano : PLANTA GENERAL - PARTE 1 <small>PROGRESIVA DE 0+000 HASTA 1+000</small> <small>CANAL DE TIERRA</small>		Correlativo : 01
Tesisista : ANTONIO MANUEL MALQUI CALDERÓN	Dibujo : A.M.M.C	Fecha : ENERO 2020 Escala : 1/3500



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		Lamina :
PG-2				
Tesis : EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA EN EL SISTEMA DE RIEGO ANCARPAMPA, DISTRITO DE CHIPAO, PROVINCIA DE LUCANAS , REGIÓN AYACUCHO- 2019		Ubicación :		
Plano : PLANTA GENERAL - PARTE 2 <small>PROGRESIVA DE 1+020 HASTA 3+061.90 CANAL DE TIERRA</small>		Reg. : AYACUCHO Prov. : LUCANAS Dist. : CHIPAO Lugar : ANEXO DE SANTA ROSA		Correlativo : 02
Tesista : ANTONIO MANUEL MALQUI CALDERÓN	Dibujo : A.M.M.C.	Fecha : ENERO 2020	Escala : 1/3500	



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		Lamina : PL-1
Tesis : EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA EN EL SISTEMA DE RIEGO ANCARPAMPA, DISTRITO DE CHIPAO, PROVINCIA DE LUCANAS , REGIÓN AYACUCHO- 2019		Ubicación : Reg. : AYACUCHO Prov. : LUCANAS Dist. : CHIPAO Lugar : ANEXO DE SANTA ROSA		Correlativo : 01
Plano : PERFIL LONGITUDINAL <small>PROGRESIVA DE 0+000 HASTA 3+651.90 CANAL DE TIERRA, ENTUBADO Y DE CONCRETO</small>		Tesisista : ANTONIO MANUEL MALQUI CALDERÓN		Escala : 1/3000
Dibujo : A.M.M.C.		Fecha : ENERO 2020		



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		Lamina :
Tesis : EVALUACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA HIDRÁULICA EN EL SISTEMA DE RIEGO ANCARPAMPA, DISTRITO DE CHIPAO, PROVINCIA DE LUCANAS , REGIÓN AYACUCHO- 2019		PL-2
Plano : PERFIL LONGITUDINAL <small>PROGRESIVA DE 0+000 HASTA 3+000.00 CANAL DE TIERRA ENTUBADO Y DE CONCRETO</small>	Ubicación : Reg. : AYACUCHO Prov. : LUCANAS Dist. : CHIPAO Lugar : ANEXO DE SANTA ROSA	Correlativo : 02
Tesista : ANTONIO MANUEL MALQUI CALDERÓN	Dibujo : A.M.M.C.	Fecha : ENERO 2020 Escala : 1/3000