

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS:

**Diseño del dique para incrementar el volumen de almacenamiento
de la qocha Chichicarachayocc, utilizando el software Civil 3d,
Atuna - Huancavelica, 2024**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. Luis POMASONCCO BALDEON

ASESOR:

Ing. John Samuel CAZORLA ORIHUELA

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

Dedico este logro a mi familia, por su amor incondicional y su apoyo constante; a mis amigos, por acompañarme en cada paso de este camino; y a mis docentes, por su guía y sabiduría, que han sido fundamentales en mi formación. A todos ustedes, gracias por creer en mí y ayudarme a alcanzar este objetivo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su amor incondicional, por iluminar mi camino y por proporcionarme la sabiduría y fortaleza necesarias para lograr mis metas.

A mi alma mater, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme la oportunidad de formar parte de esta institución.

A mi Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola y a todos mis estimados docentes por sus valiosos consejos y enseñanzas durante mi formación académica.

Mi sincero agradecimiento a mi asesor de tesis, Ing. John Samuel Cazorla Orihuela, por su apoyo constante e incondicional en el desarrollo de esta investigación.

A los miembros del jurado de tesis, al Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán, y Mtro. Pelayo Carrillo Medina, así como al presidente de la Comisión, Dr. Jorge Edmundo Pastor Watanabe, por sus aportaciones y sugerencias que han enriquecido esta investigación.

A mi familia, por su constante apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. BASES TEÓRICAS	4
1.2.1. Cosecha y siembra de agua.....	4
1.2.2. Recarga de agua en el suelo, subsuelo y acuíferos	5
1.2.3. Almacenamiento superficial del agua	5
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	5
1.3.1. Conocimiento ecológico local	5
1.3.2. Cambio climático.....	5
1.3.3. Sembrar agua	6
1.3.4. Cosechar agua.....	6
1.3.5. Tecnología tradicional	6
1.3.6. Tecnología estatal	6
1.3.7. Conocimiento local.....	7
1.3.8. Definición de “qochas”.....	7
1.3.9. Aspectos constructivos.....	8
1.3.10. Nivelación.....	9
1.3.11. Trazo y replanteo.....	11
1.3.12. Trazo.....	11
1.3.13. Replanteo.....	11
1.3.14. Consideraciones	12
1.3.15. Presa.....	12
1.3.16. Tipos de presa.....	13
1.3.17. Clasificación de los distintos tipos de presa	15

1.3.18. Factores físicos que intervienen en la elección del tipo de presa	15
1.3.19. Dentellón del mismo material de tierra para el núcleo impermeable de la presa y/o dique	17
1.3.20. Partes de un dique de tierra	19
1.3.21. Niveles característicos.....	21
1.3.22. Diseño de presa de tierra	22
1.3.23. Factores que influyen el diseño.....	23
1.3.24. Predimensionamiento de las características geométricas de una presa pequeña (qocha)	23
1.3.25. Taludes	25
1.3.26. Mecánica de suelos.....	26
1.3.27. Procesos para el diseño de un dique	26
CAPÍTULO II.....	28
2.1. UBICACIÓN.....	28
2.1.1. Ubicación política del proyecto de investigación	28
2.1.2. Ubicación geográfica	28
2.2. MATERIALES Y EQUIPOS	30
2.2.1. Materiales.....	30
2.2.2. Equipos	30
2.2.3. Herramientas del campo	30
2.3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	31
2.3.1. Fase de campo.....	31
2.3.2. Fase de gabinete.....	32
CAPÍTULO III.....	50
3.1. RESULTADOS.....	50
3.1.1. Determinar el volumen de almacenamiento.....	50
3.1.2. Calcular la estructura del dique para el aprovechamiento del recurso hídrico.....	54
3.2. DISCUSIONES.....	56
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	60
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Ancho de la corona recomendado para el dique</i>	20
Tabla 2	<i>Taludes de tierra homogénea.....</i>	25
Tabla 3	<i>Taludes de tierra de sección compuesta</i>	26
Tabla 4	<i>Colocación de puntos geodésicos</i>	31
Tabla 5	<i>Precipitación máxima 24 horas estación acobamba</i>	33
Tabla 6	<i>Precipitación máxima 24 horas estación lircay</i>	34
Tabla 7	<i>Temperatura media</i>	34
Tabla 8	<i>Humedad relativa anual</i>	34
Tabla 9	<i>Velocidad media del viento</i>	35
Tabla 10	<i>Evapotranspiración.....</i>	35
Tabla 11	<i>Información básica de la estación puente breña</i>	35
Tabla 12	<i>Caudal propio en régimen natural de la estación puente breña</i>	36
Tabla 13	<i>Prueba de t student</i>	38
Tabla 14	<i>Caudal simulado en la microcuenca de estudio</i>	39
Tabla 15	<i>Determinando la distribución de probabilidad para diferentes pruebas de ajuste</i>	41
Tabla 16	<i>Características geomorfológicas de la cuenca.....</i>	45
Tabla 17	<i>Característica de mecánica de suelo de la cuenca</i>	46
Tabla 18	<i>Geomorfología de la microcuenca.....</i>	50
Tabla 19	<i>Cálculo de incremento de volumen.....</i>	51
Tabla 20	<i>Transferencia hidrológica</i>	52
Tabla 21	<i>Cálculo de la demanda de agua y cédula de cultivo</i>	53
Tabla 22	<i>Balance hídrico oferta – demanda de la gocha chichicarachayocc.....</i>	53
Tabla 23	<i>Datos de volumen útil</i>	54
Tabla 24	<i>Altura del dique.....</i>	54
Tabla 25	<i>Dimensionamiento borde libre</i>	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Instalación de niveletas.....</i>	10
Figura 2	<i>Obtención de desnivel del terreno</i>	10
Figura 3	<i>Esquema del procedimiento de nivelación utilizando el nivel de ingeniero.....</i>	11
Figura 4	<i>Elemento de la presa.....</i>	13
Figura 5	<i>Presas de gravedad.....</i>	14
Figura 6	<i>Presa y/o dique de tierra.....</i>	19
Figura 7	<i>Tratamiento de champa y piedra</i>	20
Figura 8	<i>Nivel del embalse muerto.....</i>	22
Figura 9	<i>Nivel característico</i>	22
Figura 10	<i>El oleaje del agua (FETCH) dique</i>	24
Figura 11	<i>Niveles máximos permisibles</i>	24
Figura 12	<i>Cálculo del FETCH para la altura del oleaje</i>	25
Figura 13	<i>Ubicación de la qocha en estudio.....</i>	29
Figura 14	<i>Vista satelital de la ubicación de la qocha en el centro poblado de Atuna.....</i>	30
Figura 15	<i>Reconocimiento del vaso de la qocha en el centro poblado de Atuna.....</i>	31
Figura 16	<i>Puntos de control geodésico</i>	32
Figura 17	<i>Imagen de qocha georreferenciada</i>	32
Figura 18	<i>Extracción de datos meteorológicos SEHNAMI.....</i>	33
Figura 19	<i>Hidrograma de caudales medios mensuales Estación Puente Breña en el departamento de Junín.....</i>	36
Figura 20	<i>Hidrograma de caudales medios mensuales corregidos de la Estación Puente Breña.....</i>	38
Figura 21	<i>Valores de Kn para diferentes tamaños de muestra</i>	40
Figura 22	<i>Análisis de datos dudosos</i>	40
Figura 23	<i>Relacione precipitación - excedencia</i>	42
Figura 24	<i>Curva de intensidad y frecuencia</i>	44
Figura 25	<i>Taludes aguas arriba y aguas abajo.....</i>	47
Figura 26	<i>Análisis de talud crítico y factor de seguridad</i>	48
Figura 27	<i>Análisis de estabilidad en la qocha Chichicarachayocc</i>	49
Figura 28	<i>Parámetros de entrada al software Slide de la qocha Chichicarachayocc.....</i>	49
Figura 29	<i>Datos de dique para el nivel operativo.....</i>	51
Figura 30	<i>Gráfico altura -volumen-área.....</i>	52

Figura 31	<i>Balance hídrico</i>	53
Figura 32	<i>Diseño en planta del vaso del dique</i>	55
Figura 33	<i>Sección típica del dique en perfil</i>	56
Figura 34	<i>Detalles del dique.</i>	56

RESUMEN

El objetivo principal de la presente tesis es diseñar el dique de la qocha Chichicarachayocc mediante el software Civil 3D, para incrementar su capacidad de almacenamiento en Atuna en el departamento de Huancavelica, con el propósito de mejorar el uso del agua destinada para su utilización en irrigación agrícola. El estudio surge ante la problemática del cambio climático, que ha ocasionado retrasos y escasez de lluvias, afectando la productividad agrícola y generando preocupación en las comunidades locales. El proyecto plantea la construcción de dique de tierra con materiales locales (tierra, arcilla y piedra) para almacenar el agua de lluvias mediante la técnica ancestral de siembra y cosecha de agua. Esto permitirá una gestión eficiente del agua, especialmente en temporadas secas, beneficiando al centro poblado de Atuna tanto en la producción agrícola como en el uso doméstico. En el desarrollo metodológico, se realizaron estudios topográficos e hidrológicos que determinaron un caudal máximo de diseño de $0.785 \text{ m}^3/\text{s}$ y una oferta hídrica de $133,132.72 \text{ m}^3$. El diseño estructural del dique incluye una longitud de 34 metros, un ancho de 2 metros en la corona, un dentellón de 0.50 metros y una cimentación de 0.40 metros, con taludes de 2H:1V. Los resultados del proyecto indican que el uso de qochas no solo contribuye a la recarga de acuíferos, sino que también representa una alternativa económica y sostenible para enfrentar la escasez de agua. Asimismo, la tesis valida la hipótesis planteada al presentar planos de diseño estructural que garantizan la estabilidad y funcionalidad del dique, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región. En conclusión, la implementación de este proyecto permitirá a los agricultores de Atuna enfrentar de manera efectiva los impactos del cambio climático, promoviendo un uso racional del agua y mejorando la calidad de vida de la comunidad local.

Palabras clave: Diseñar un dique y qocha.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to design the dam of the Chichicarachayocc lagoon using Civil 3D software, to increase its storage capacity in Atuna, in the Huancavelica department, in order to optimize water resources for agricultural irrigation. The study arises in response to the issues of climate change, which has caused delays and shortages of rainfall, affecting agricultural productivity and generating concern in local communities. The project proposes the construction of an earthen dam with local materials (earth, clay and stone) to store rainwater using the ancestral technique of planting and harvesting water. This will allow efficient water management, especially in dry seasons, benefiting the town of Atuna in both agricultural production and domestic use. In the methodological development, topographic and hydrological studies were carried out that determined a maximum design flow of $0.785 \text{ m}^3/\text{s}$ and a water supply of $133,132.72 \text{ m}^3$. The structural design of the dam includes a length of 34 meters, a width of 2 meters at the crown, a notch of 0.50 meters and a foundation of 0.40 meters, with slopes of 2H:1V. The results of the project indicate that the use of qochas not only contributes to the recharge of aquifers, but also represents an economic and sustainable alternative to face water scarcity. Likewise, the thesis validates the hypothesis raised by presenting structural design plans that guarantee the stability and functionality of the dam, contributing to the sustainable development of the region. In conclusion, the implementation of this project will allow Atuna farmers to effectively confront the impacts of climate change, promoting rational use of water and improving the quality of life of the local community.

Keywords: Design a dam and qocha.

INTRODUCCIÓN

Minagri (2019), “menciona que en nuestro país se dispone de diversos estudios, proyectos de aprovechamiento hídrico, los cuales, concluyen con la necesidad de construir presas y/o diques de tierra que almacenan y regulan las aguas en épocas de lluvias y distribuirlos en épocas de estiaje. En estos casos son más comunes los diques con dimensiones pequeñas que sirven para el atajo de las Qochas. El uso eficiente del agua implica la utilización de mejores sistemas de extracción, conducción y almacenamiento de agua; además del cambio de la forma de pensar de los usuarios del recurso”.

Minagri (2019), “menciona que en el mundo el problema del cambio climático sin duda es una situación alarmante, en parte esto ha provocado los retrasos y escasez de lluvias para las zonas agrícolas, por lo que se debe optar por medidas preventivas y correctivas para afrontar los cambios negativos debido al mal uso de los recursos por parte del ser humano. Además, debido a los cambios climatológicos se están derritiendo aceleradamente las reservas de agua sólida, por lo que es el momento de revalorar el cuidado del agua para asegurar la calidad de vida”.

Los fenómenos climáticos actuales generan una profunda preocupación en la humanidad, especialmente entre quienes se interesan por preservar y restaurar el entorno natural. Por ello, es fundamental que cada persona tome conciencia de que el planeta está siendo dañado por el uso irresponsable de sus recursos. Es necesario buscar formas de contribuir a su recuperación, aprovechando los avances científicos y tecnológicos disponibles, ya que quizás estos representen la única vía efectiva para sanar la Tierra.

Descripción del problema

La desaparición de los glaciares andinos impacta negativamente en la productividad humana, ya que muchas comunidades dependen del agua dulce que estos

proporcionan durante la temporada seca. Su pérdida provocará un desequilibrio en el ciclo hidrológico, lo que afectará gravemente a los ecosistemas, generando consecuencias como la deforestación., pérdida de tierras y los manantes naturales que tienen se secan y será muy tarde para poder revertirlo, ya que estos glaciares se formaron en miles de años.

En el centro poblado de Atuna, el clima es templado entre mayo y octubre, mientras que de noviembre a abril predominan las lluvias. Durante esta temporada lluviosa, es fundamental aprovechar el recurso hídrico mediante prácticas como la siembra y cosecha de agua, una técnica ancestral que puede ayudar a enfrentar los efectos del cambio climático. Los agricultores de esta región ya están experimentando las consecuencias de este fenómeno en la agricultura, la ganadería y en el uso general del agua.

Problema general

¿Es necesario gestionar el recurso hídrico mediante el uso de qochas, aplicando la técnica ancestral de siembra y cosecha de agua para su aprovechamiento en la irrigación agrícola?

Problemas específicos

1. ¿Es posible calcular el volumen de almacenamiento actual de la qocha?
2. ¿Se puede realizar el modelamiento de la estructura del dique?

Objetivos

Objetivo general

El objetivo es elaborar el diseño del dique de la qocha. Chichicarachayocc para incrementar su capacidad de almacenamiento en Atuna en el departamento de Huancavelica.

Objetivos específicos

1. Calcular la capacidad actual de almacenamiento.
2. Calcular la estructura del dique para optimizar el uso del recurso hídrico.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Según la Oficina Regional (FAO), en la opinión de León (2016), “menciona que los datos del sistema de captación de lluvias más antiguas con lo que se cuentan de aproximadamente 4000 años atrás, específicamente en el desierto de Neguev, que comparten hoy los países de Israel y Jordania, en donde manipulaban la escorrentía dejada por la lluvia con desmontes dirigidos hacia predios agrícola”. (p. 7).

Minagri (2019), “indica que el tratamiento es mayormente a la recarga hídrica de acuíferos, como zanjas de infiltración “amunas”, pozos y qochas de infiltración. Medidas que permite manejar la captación e infiltración de agua, orientadas a conducirla hacia acuíferos y luego cosechar en manantiales quebradas, riachuelos, lagunas, etc. En áreas cercanas o aguas más abajo en el territorio”. (p. 12).

Ubicación. La localidad de Atuna, ubicada en la provincia de Angaraes, Huancavelica, se enfoca en la gestión de un sistema de lagunas artificiales construidas en depresiones naturales, las cuales captan y almacenan el agua de escorrentía. Estos reservorios tienen como propósito conservar el agua a lo largo del tiempo, facilitando su infiltración en el suelo.

Desde tiempos antiguos, las qochas y otras formas de almacenamiento han sido empleadas como sistemas para aprovechar el recurso hídrico, desde los andenes construidos por los incas hasta los modernos diques con materiales geosintéticos. En la actualidad, los diques destinados a las qochas se edifican con el objetivo de recolectar y gestionar el agua de lluvia, permitiendo su almacenamiento eficiente. estas se infiltran hasta los acuíferos, y las aguas brotan por manantes, ojos de agua o directamente hacia

las unidades productoras y pueden ser utilizados para riego en los diversos cultivos que se encuentran en las partes bajas.

Ccencho (2019), en su investigación académica titulada “Optimización del recurso hídrico mediante el diseño de captación superficial en la comunidad de Millpo-Ayacucho, tuvo como objetivo determinar el almacenamiento de agua en la optimización del recurso hídrico y así mismo evaluar la estructura hidráulica del dique, por lo tanto, se concluyó la importancia de la impermeabilización en el diseño del dique y así poder evitar el agrietamiento y sifonamiento mecánico”. (p. 16).

Silvera y Mancilla (2019), en la tesis que lleva por título “Las cosechas de agua e impacto socioeconómico en la comunidad de Sispascancha alta del distrito de Colquepata provincia de Paucartambo, tuvo como objetivo describir las cosechas de agua que contribuyen al nivel de ingresos de la comunidad y así mismo analizar las cosechas de agua que influyen en las condiciones de vida de las familias, concluyendo que el agua es un elemento muy indispensable en los campos agrícolas, en especial en las comunidades donde dependen de la producción agrícola, en este estudio se llegó a concluir que las cosechas de agua, si lograron un gran impacto socioeconómico”. (p. 6).

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Cosecha y siembra de agua

Minagri (2016), nos indica que desde Desde épocas remotas, en los Andes y en diversas regiones del mundo, se han practicado técnicas de recarga hídrica del suelo, subsuelo y acuíferos, así como la recolección de agua mediante sistemas de captación y almacenamiento de lluvias. (p. 58).

Según Minagri (2019), la cosecha de agua es una práctica reconocida globalmente, especialmente en regiones con climas áridos o semiáridos. En el contexto peruano, esta técnica permite captar, conservar y gestionar el agua de lluvia. Su implementación implica diversas actividades relacionadas con la infraestructura necesaria para su uso adecuado, ya que existen múltiples formas de llevar a cabo la siembra y cosecha de agua (p. 25).

1.2.2. Recarga de agua en el suelo, subsuelo y acuíferos

Quispe (2021) señala que esta estrategia permite almacenar e infiltrar agua con el objetivo de recargar acuíferos, facilitando posteriormente su recuperación en fuentes como quebradas, manantiales y lagunas ubicadas aguas abajo o en zonas cercanas. Esta práctica de siembra y cosecha de agua está orientada principalmente a fortalecer la recarga hídrica subterránea. Algunos ejemplos de estas técnicas incluyen zanjas de infiltración, canales conocidos como “amunas”, pozas y “qochas” de infiltración, entre otros.

1.2.3. Almacenamiento superficial del agua

Quispe (2021), “menciona que esta medida planteada para almacenar y regular el agua de las lluvias por medio de un reservorio, microrepresas, “qocha” de almacenamiento. Además, se realizan obras complementarias como acequias de aducción que permiten dirigir las precipitaciones hasta las recargas de agua, para luego derivarlas a zonas donde se utilizan este recurso hídrico, como áreas de cultivo, población que es una fuente principal”.

1.3. Definición de términos básicos

1.3.1. Conocimiento ecológico local

Veintanilla (2014), “plantea que está considerado por muchos rudimentarios y superfluos, es en realidad el fruto de la adaptación humana al medio ambiente y puede ser de utilidad para la elaboración de programa de conservación y restauración ecológica, así como herramienta en la gestión sostenible de nuestros recursos naturales”. (pp. 9-10).

1.3.2. Cambio climático

Sanga (2019), “menciona que un fenómeno que está pasando la humanidad en estos tiempos de la contaminación industrial y humana provocado por el hombre ya sea por buscar mejoras económicas (industrialización de la materia prima) o como consecuencias de los experimentos atómicos – nucleares que las potencias han venido desarrollando con fines bélicos. El hombre es el único ser en la tierra capaz de concebir su propia autodestrucción aun considerando que es la especie humana que puede hacer desaparecer con estos experimentos. Los cambios climáticos que se han venido en estos últimos diez años, corresponden en condiciones normales a cambios que ocuparían en promedio entre 100 a 120 años en la escala del tiempo, y teniendo como apoyo los estudios geológicos y atmosféricos”.

1.3.3. Sembrar agua

Zevallos y Mendoza (2018), recomienda retener agua en épocas de lluvia, para ayudar a la naturaleza para que la lluvia, se infiltre hasta sus entrañas de la madre naturaleza. Se siembra agua principalmente recuperando la cobertura vegetal. La siembra de agua origina infiltración. Hace infiltrar el agua, es el proceso donde el agua desde la superficie de la tierra ingrese al suelo. La tasa de infiltración indica la capacidad de absorción de agua de lluvia y riego por parte del suelo. Para mejorar esta capacidad, es fundamental restaurar la cobertura vegetal mediante prácticas como la siembra de agua. (p. 41).

1.3.4. Cosechar agua

PACC PERÚ (2015), “menciona que, al cosechar agua, es conducir el agua o llevar el agua desde las qochas de infiltración, desde los ojos de manantes y desde los humedales. La cosecha y siembra es utilizando con diversos métodos para captar agua. El agua captada suele ser utilizada con fines agrícolas, para el abastecimiento humano, ganadero o fines forestales. El proyecto de adaptación al cambio climático, señala que entre estas técnicas se hallan el habilitamiento de vaso de agua o áreas de recepción con apoyo de presas o diques”. (pp. 18-19).

1.3.5. Tecnología tradicional

Chávez y Llerena (2015) “da a conocer diversas tecnologías tradicionales y que son aquellas que incorporan los saberes adquiridos a través de siglos de evolución cultural y biológico, adaptación a las condiciones locales. Todos estos transmitidos saberes, les permiten a las nuevas generaciones, dialogar sobre los cambios del clima en base a la siembra de una mezcla de especies y variedades en cada una de sus pequeñas, dispersas y múltiples chacras, a fin de tener variedades resistentes a excesos de lluvia y otros a periodo de escasez de agua” (sequia). (p. 1).

1.3.6. Tecnología estatal

Zevallos y Mendoza (2018) “Considera que la tecnología estatal es la construcción acrítica de fierro y cemento por parte de una institución pública, sin tomar en cuenta que tenemos ojos de manantes y/o puquiales, así como la dinámica campesina”. (pp. 42-43).

1.3.7. *Conocimiento local*

UNESCO (2017), “argumenta los conocimientos locales e indígenas refiriendo a las concepciones, habilidades y filosofía que las sociedades han desarrollado a lo largo de generaciones y de una larga interacción con su entorno natural. Para los pueblos rurales e indígenas, los conocimientos locales orientan la toma de decisiones sobre aspectos fundamentales de la vida cotidiana. Estos conocimientos forman parte integrante de un complejo cultural que incluye el idioma, los sistemas de clasificación, las prácticas relacionadas con el uso de los recursos, las interacciones sociales, los rituales y la espiritualidad. Estas formas de conocimiento excepcionales son elementos importantes de la diversidad cultural y mundial”. (pp. 10-11).

1.3.8. *Definición de “qochas”*

Cuadros (2022) “las qochas en idioma quechua y español, es una presa de tierra o presa de masa suelta en una estructura construida con materiales que se encuentran en los alrededores: grava, arena, limo, arcilla entre otros. Se caracterizan por su bajo nivel de costo en comparación con las presas de hormigón, ya que se puede ahorrar el costo de los materiales utilizados, así como el costo del transporte. La principal razón para la construcción de presas de tierra es almacenar agua para diversos fines”. (p. 31).

Las “qochas” pueden tener distintos orígenes: naturales, artificiales o una combinación de ambos. Aquellas que se forman de manera natural suelen contener agua de forma permanente.

(PACC PERÚ, 2015, pp. 23-25), “indica los diferentes tipos de “qochas” de acuerdo al tipo de suelo”.

Las estructuras destinadas a la cosecha o almacenamiento de agua se distinguen por acumular agua únicamente durante las épocas de lluvia. Una vez agotada, el agua se pierde gradualmente, principalmente por evaporación e infiltración. Estos depósitos cuentan con suelos y bordes impermeables, lo que dificulta que el agua se filtre con facilidad. De siembra o de recarga de agua subterránea, este tipo de “qocha” en su nivel de agua, no permanece mucho tiempo y desciende con celeridad por la infiltración. Estas “qochas” recargan las fuentes de agua subterránea, mantienen a los manantes o afloramientos de agua en terrenos aguas abajo, y preservan la irrigación de pastos en

épocas de sequía. “Qochas” mixtas, de siembra y cosecha, estas “qochas” poseen suelos permeables, o poco permeables. En el último caso, su suelo tiene poca facilidad de infiltración en el centro de la “qocha” y sus bordes presentan mayor capacidad de infiltración.

1.3.9. Aspectos constructivos

- **Reconocimiento y diagnóstico de la zona**

Según PACC PERÚ (2015), para elegir adecuadamente el sitio donde se construirá un dique, es importante considerar varios aspectos. El lugar ideal debe encontrarse en las partes altas de las microcuencas, preferentemente en zonas con depresiones naturales. Además, debe contar con una cuenca de captación lo suficientemente amplia para asegurar una buena capacidad de almacenamiento de agua, y estar rodeado de bofedales y pequeños riachuelos en terrenos de topografía suave. El terreno también debe reunir las condiciones necesarias para formar una depresión natural con pendiente moderada y baja escorrentía. Asimismo, es fundamental que en las cercanías existan materiales como piedra, champa, tierra arcillosa o gredosa que puedan utilizarse en la construcción del dique (pp. 26-27).

- **Determinación de la capacidad de almacenamiento**

PACC PERÚ (2015) “menciona que el estudio hidrológico cuantifica el ingreso de agua, sobre todo en periodos de lluvias de un balance hídrico. Esta cuantificación permitirá definir la instalación, las medidas de las válvulas y tubería, la construcción del aliviadero y especificaciones del dique. Asimismo, con el levantamiento topográfico y batimetría, se hallarán las dimensiones del dique (corona y talud) y el área de embalse o laguna. Ambos determinan el volumen de almacenamiento y la cantidad de material que se requiere para la construcción del dique”. (pp. 27-29).

- **Trabajos previos a la construcción del dique**

El dique representa una infraestructura clave para el control y mantenimiento del agua en zonas con poca pendiente, ayudando a prevenir inundaciones en los terrenos cercanos. Además, evita que el agua siga su curso natural, permitiendo su retención y almacenamiento, especialmente durante la temporada seca.

- **Unidad productora de qochas**

MINAGRI (2019), “menciona sobre la unidad productora de qochas, que es importante el almacenamiento de agua para afianzar la disponibilidad de la recarga hídrica del suelo, subsuelo, acuífero, mediante la infiltración, que permite almacenar y regular aguas de escorrentía provenientes de las lluvias para la siembra y cosecha de agua a nivel nacional”. (p. 25).

- **Limpieza de terreno**

PACC PERÚ (2015) “menciona que la limpieza del terreno se hará para preparar el lugar donde se va a construir, se deben quitar completamente arbustos, basura, desperdicios orgánicos y todo aquello que obstruya e impida el trazo y nivelación”. (p. 26).

- **Requerimientos previos**

(PACC PERÚ, 2015, pp. 26-27) “menciona los requerimientos previos para la construcción”, es identificar y determinar las precauciones y cuidados para no causar daños y perjuicios a propiedades ajenas, que se encuentren contiguas a la zona de trabajo, realizar la selección de los árboles que se conservarán y de los trabajos requeridos para su cuidado, hasta la terminación de las obras.

- **Remoción de derrumbes**

Se refiere a la remoción y disposición de materiales que provienen de deslizamientos o derrumbes en los taludes, los cuales pueden depositarse sobre la explanación ya concluida o en proceso. Estos materiales deben ser retirados de inmediato para evitar posibles daños. Es importante evitar cimentar sobre terrenos que contengan raíces profundas o troncos de árboles; en tales casos, se debe realizar el desarraigo completo del área y rellenar los huecos con material resistente, compactado en capas, hasta alcanzar la misma resistencia que el terreno circundante.

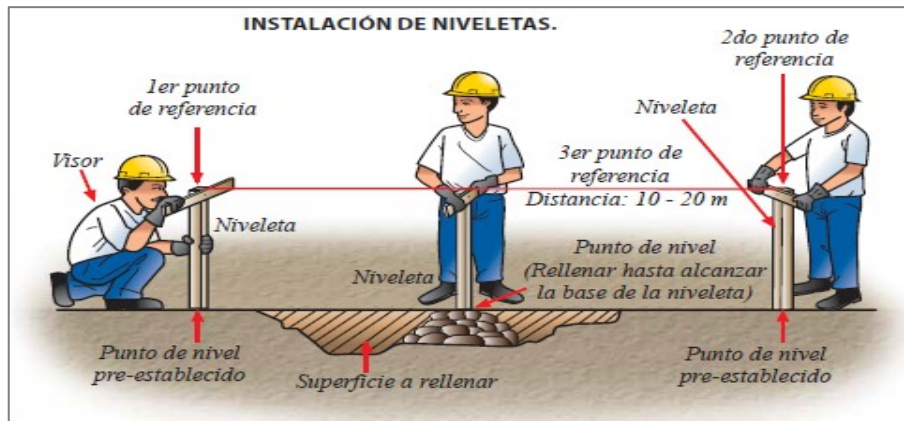
1.3.10. Nivelación

Aceros Arequipa (2024) Se señala que la nivelación se lleva a cabo una vez concluida la limpieza del terreno, con el fin de obtener todas las medidas necesarias para la excavación conforme a los planos del proyecto. El replanteo adquiere gran relevancia, ya que es fundamental verificar constantemente los niveles y el trazo, asegurando que la

construcción mantenga ejes perpendiculares y dimensiones precisas según lo especificado en los planos. Asimismo, es esencial que los niveles de los pisos sean correctos, tal como se ilustra en la figura correspondiente. 1. (p. 1).

Figura 1

Instalación de niveletas

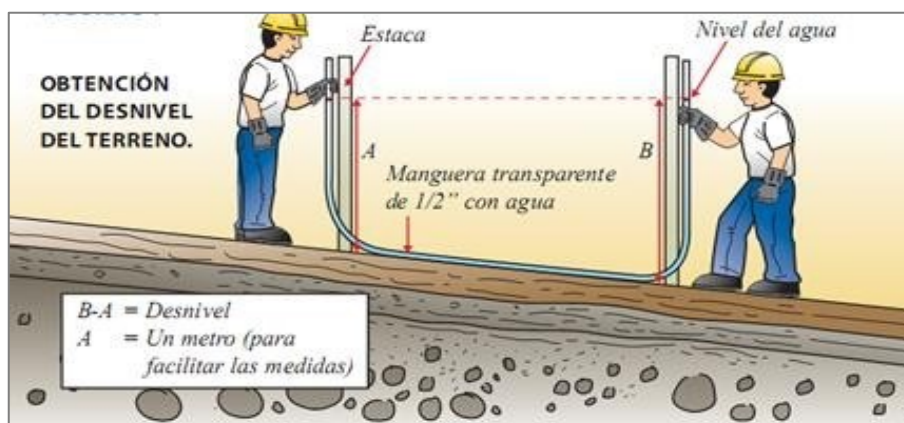


Fuente: Aceros Arequipa.

Este método se basa en el uso de una manguera transparente llena de agua para realizar nivelaciones, colocando varillas en los puntos donde se quiere determinar la diferencia de altura, como se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

Obtención de desnivel del terreno



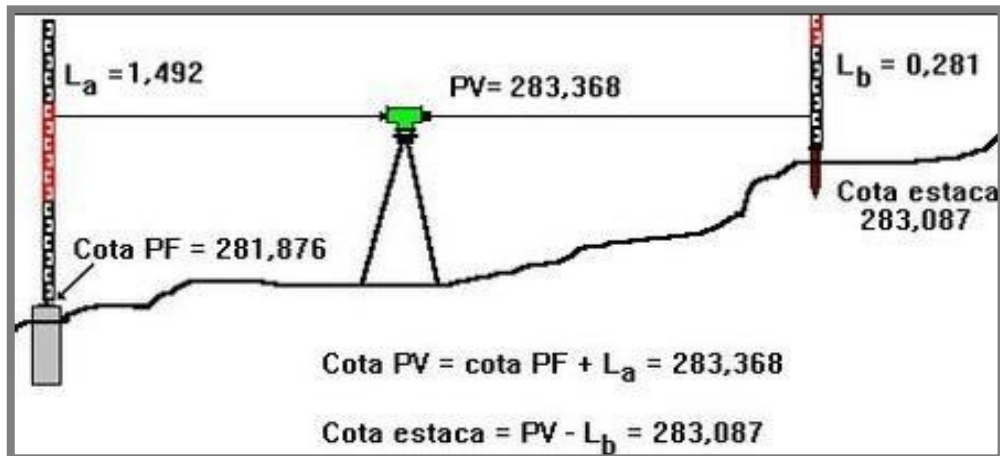
Fuente: Aceros Arequipa.

LEYVA (2022) argumenta que, la nivelación geométrica o directa es el método por el cual se determina un desnivel existente entre dos puntos mediante visuales horizontales hacia reglas o miras graduadas, en este caso se emplea el equipo nivel

topográfico, también conocido como nivel óptico o equialtímetro, este instrumento se utiliza para medir diferencias de altura entre puntos situados a distintos niveles, o para transferir cotas desde un punto de referencia conocido hacia otro cuya altitud se desea determinar, como se ilustra en la Figura 3. (p. 5).

Figura 3

Esquema del procedimiento de nivelación utilizando el nivel de ingeniero.



Fuente: Wikipedia.

1.3.11. Trazo y replanteo

Contreras (2015) “da a conocer el trazo y el replanteo, consisten en demarcar perfectamente los linderos del terreno, así como los ejes de los ambientes interiores de la vivienda, según las medidas que indican los planos de arquitectura”. (p. 2).

1.3.12. Trazo

Según Contreras (2015) “indica que el trazado es el primer inicio sobre saliente para iniciar la construcción. Consiste en alinear los puntos a partir de medidas sobre el terreno que se han proyectado, y que se realicen en el dibujo del plano del proyecto por iniciar. Presentando un aspecto relevante de la construcción, como el trazo la cual se realiza de manera óptima y minuciosa como en los ejes del ancho y cimentación en el desarrollo de la obra”. (pp. 3-4).

1.3.13. Replanteo

Según Contreras (2015) “menciona una vez replanteada se realiza los trazos, donde nos sirve como guía para realizar la excavación, ubicar el encofrado y de manera consecutiva se realiza el plantado las columnas. Pero una vez culminado estos trabajos,

es muy importante verificar los trazos iniciales que sea realizado de un principio, así como los niveles. A esto se le denomina replanteo”. (p. 5).

1.3.14. Consideraciones

Para marcar los límites del terreno con puntos fijos, se pueden emplear estacas de 20 cm de longitud, las cuales deben colocarse a una profundidad de 30 cm. También es posible utilizar hitos con señalización, que deben ser enterrados a la misma profundidad. Para realizar las mediciones del terreno, se recomienda el uso de una cinta métrica enrollable, preferiblemente metálica, ya que ofrece mayor precisión al deformarse menos, permitiendo medir toda la longitud del terreno de una sola vez y evitando errores.

1.3.15. Presa

Linsley y Franzini (1972) señalan que las presas o represas, construidas generalmente con piedra, hormigón o materiales sueltos, suelen levantarse en zonas estrechas de ríos o arroyos. Su principal propósito es almacenar el agua del cauce para su uso posterior, especialmente en el riego agrícola, así como para controlar caudales y prevenir inundaciones en las áreas ubicadas aguas abajo de la estructura (pp. 219-220).

- **El embalse**

Linsley y Franzini (1972), “plantea que el volumen de agua que queda retenido por la presa”.

- **El vaso**

Linsley y Franzini (1972), “menciona que es la parte del valle que, inundándose, contiene el agua embalsada”.

- **Cerrada o boquilla**

Linsley y Franzini (1972), “destaca el lugar escogido para construir la presa”.

- **Dique o presa**

Linsley y Franzini (1972), define cuyas funciones básicas y son para garantizar la estabilidad de la construcción del dique o presa y de la misma manera verificar el empuje del agua hacia las paredes de la presa, soportando un empuje hidrostático del agua, y por otro lado no permitir la filtración del agua. (p. 219).

- **Talud**

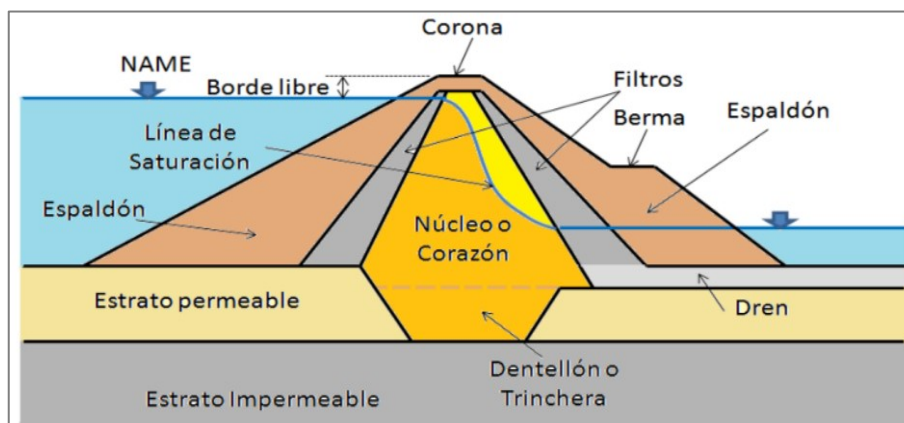
Se trata de las dos caras principales, casi verticales, que delimitan la estructura de la presa: una interna o de aguas arriba, que está en contacto directo con el agua, y otra externa o de aguas abajo.

- **Name**

Abreviación del nivel de agua, máxima extraordinario, es la elevación del agua en el vaso cuando la presa está llena además funciona el vertedero a su máxima capacidad. Hoy otros niveles usuales en presa, como son de aguas máximas ordinario, el nivel medio de operación, y el mínimo de operación. La diferencia entre la elevación de la cresta y el NAME es borde libre se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Elemento de la presa



Fuente: Linsley y Franzini (1972).

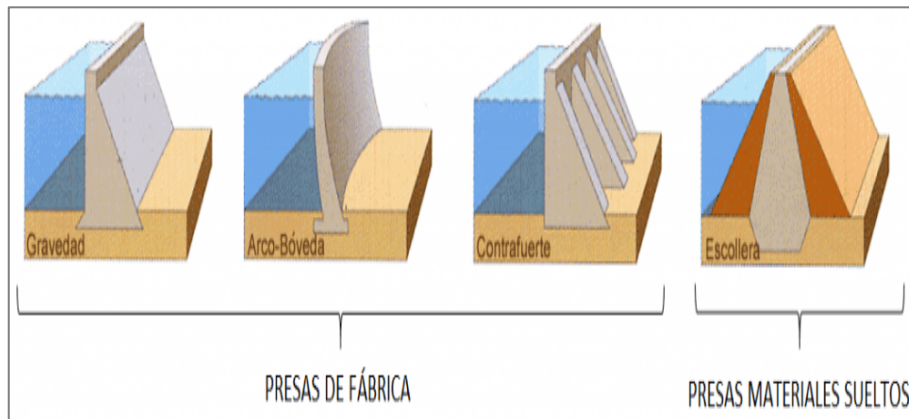
1.3.16. Tipos de presa

- **Presa de gravedad**

Linsley y Franzini (1972) menciona que es aquella en la que su propio peso es el encargado de resistir el empuje del agua. El empuje del embalse es transmitido hacia el suelo. Por lo que este debe ser suficientemente estable para soportar el peso de la presa y el embalse. Constituyen las presas de mayor durabilidad y que menor mantenimiento requieren.

Figura 5

Presas de gravedad



Fuente: Linsley y Franzini (1972).

- **Presas de concreto**

Linsley y Franzini (1972) indica la estructura que recuerda a la de un triángulo isósceles ya que su base es ancha y se va estrechando a medida que se asciende hacia la parte superior, aunque en muchos casos el lado que da el embalse es casi vertical. La razón por la que existe una diferencia notable en el grosor del muro a medida que aumenta la altura de la presa se debe a que la presión en el fondo del embalse es mayor que en la superficie, de esta forma, el muro tendrá que soportar más presión en el lecho del cauce que en la superficie. La inclinación sobre las caras aguas arriba hace que el peso del agua sobre la presa incrementa su estabilidad. (pp. 219-220).

- **Presa de hormigón**

Espinoza y Oyola (2019), menciona que son utilizadas en los países desarrollados ya que con este material se pueden elaborar construcciones más estables y duraderas; debidas a que su cálculo es del todo fiable frente a las producidas en otro material. Normalmente, todas las presas de tipo gravedad, arco y contrafuerte están hechas de este material. (p. 25).

- **Presas de material suelto**

Espinoza y Oyola (2019), plantea que son las más utilizadas en los países subdesarrollados ya que son menos costosas y suponen el 77% de las que podemos encontrar en todo el planeta. Son aquellos que consisten en un relleno de tierra, que aportan la resistencia necesaria para contrarrestar el empuje de las aguas. Los materiales

más utilizados en su construcción son piedra, gravas, arenas, limo y arcillas, aunque dentro de todos estos los que más destacan son las piedras y las gravas. (pp. 300-306).

- **Presas filtrantes o diques de retención**

Franzini y Linsley, (1978), “afirma que son aquellos que tiene la función de retener sólidos, desde material fino, hasta rocas de gran tamaño, transportadas por torrentes de áreas montañosas, permitiendo sin embargo el paso del agua” (p. 48).

- **Presas de control de avenidas**

El propósito del flujo laminar del caudal durante avenidas torrenciales es evitar que las lluvias intensas generen daños en los terrenos ubicados aguas abajo del canal de la cuenca y de la presa. (Linsley y Franzini, 1978, p. 50).

- **Presa de derivación**

Franzini y Linsley (1978) indican que el objetivo principal de almacenar agua es conservarla durante los periodos de abundancia para utilizarla en épocas de escasez. Estas reservas pueden clasificarse según el uso que se les dará, como abastecimiento de agua, pesca y ganadería, generación de energía hidroeléctrica, riego, actividades recreativas, entre otros. La mayoría de las presas en el mundo, especialmente aquellas con mayor capacidad de almacenamiento y altura, han sido construidas con este propósito.

1.3.17. Clasificación de los distintos tipos de presa

Las presas de relleno o de material sueltos pueden clasificar en términos generales, como presas de relleno de suelo o de enrocado. La división entre estas dos variantes no es absoluta, muchas presas utilizan materiales de relleno de ambos tipos dentro de zonas internas apropiadamente designadas. (Ahexdo 2003, p.304).

1.3.18. Factores físicos que intervienen en la elección del tipo de presa

Reclamation (1970), “manifiesta los factores físicos más importantes que intervienen en la elección del tipo de presa son”:

- **Topografía**

Según Orihuela (2010), indica que “la topografía determina en muchos casos la elección del tipo de presa. Un valle estrecho serpenteando entre laderas rocosas es el

indicado para presas vertedero de hormigón. Una zona de terreno ondulado sugiere una presa de suelo con vertedero independiente. En condiciones intermedias, influirán otras consideraciones, pero se debe tener en cuenta que el principio general de adaptarse a las condiciones naturales, es una guía segura”. (pp. 205-207).

- **Cimentación en rocas**

Hurtado (1976) señala que los cimientos formados por rocas compactas, sin defectos geológicos importantes, con alta resistencia al corte y buena resistencia frente a la erosión y percolación, permiten construir casi cualquier tipo de presa sobre ellos sin mayores limitaciones. La elección del tipo de presa en estos casos debería basarse principalmente en la economía de los materiales o en el costo total del proyecto. A menudo, es necesario eliminar la roca alterada y sellar grietas o fracturas mediante técnicas de inyección.

- **Los cimientos de grava**

Polimón (2008) señala que, si están correctamente compactados, los cimientos de grava son apropiados para presas de suelo, de escollera y pequeñas presas de gravedad. Sin embargo, debido a que este tipo de cimiento puede permitir altos niveles de filtración, es fundamental aplicar medidas especiales para garantizar su impermeabilidad (p. 58).

- **Los cimientos de limo o suelos finos**

Polimón (2008) sugiere que, si se diseñan correctamente, ciertos terrenos pueden ser adecuados para pequeñas presas de gravedad de hormigón y presas de tierra. No obstante, advierte que presentan desventajas frente al riesgo de sifonamiento, pérdidas elevadas por filtración y una protección deficiente en la base de la presa frente a posibles procesos de erosión (p. 85).

- **Los cimientos de arcilla**

Polimón (2008). “enfatisa para presas de suelo, pero requieren un tratamiento especial, pues pueden dar lugar a asientos importantes en la presa si la arcilla consolidada y el contenido de humedad es alto los cimientos de arcilla no son adecuados, en general, para la construcción de presas de gravedad de hormigón y de ningún modo para presas”. (p. 59).

- **Material disponible**

Los materiales de construcción para presas de los que se pueden disponer juntos al emplazamiento o cerca de él son:

Suelo para terraplenes.

Roca para pedraplenes y revestimientos.

La eliminación o disminución de los gastos de transportes de los materiales de construcción, en especial de ellos empleados en mayor cantidad, producirá una considerable reducción en el coste total del proyecto.

- **Hidrología**

Ramos (2015), “menciona los estudios hidrológicos analizan los objetivos del proyecto dentro del contexto de dique de almacenamiento, hay una estrecha relación entre los factores hidrológicos y económicos que influyen en la elección del tipo de presa y su estructura anexa”. (p. 53).

- **Aliviadero**

El aliviadero constituye un componente esencial del dique. Su diseño — incluyendo el tamaño, el tipo y las condiciones que debe cumplir— depende principalmente de las características de la escorrentía y del cauce del río, más allá del tipo, tamaño o ubicación del dique. (Dinagua, pp. 145-147).

- **Medidas para mejorar la cimentación de las presas**

Villamizar (1989) explica que los problemas de filtración suelen aparecer en la parte baja de la presa, debido a que la presión del agua en la cimentación puede llegar a igualar la presión ejercida por el peso del suelo y del agua que se encuentra encima. Para controlar estas filtraciones, se pueden emplear diversos sistemas o una combinación de ellos (p. 31).

1.3.19. Dentellón del mismo material de tierra para el núcleo impermeable de la presa y/o dique

Cuando sea viable, las filtraciones en una cimentación permeable deben ser interceptadas mediante un dentellón que alcance una capa impermeable. La anchura mínima de la base (e) varía entre 0,6 m según la USBR y 1,0 m según HIMAT para presas de menor tamaño, y puede determinarse utilizando una fórmula específica.

$$e = H - d \dots\dots\dots Ec. (1)$$

Dónde:

e = ancho del fondo del dentellón

H = carga hidráulica arriba de la superficie del terreno

d = profundidad del dentellón por debajo de la superficie del terreno.

Profundidad mínima del dentellón es 0.60

El dentellón puede tener las paredes verticales o inclinadas disminuyendo hacia abajo, ya que las fuerzas de filtración han disminuido al hacer el agua su recorrido en sentido vertical.

- **Dentellones parciales**

Según Dinagua (2011), manifestó que los experimentos hechos han demostrado que un dentellón que se profundice un 50% de la distancia en el estrato permeable reduce un 25% la filtración, y si se profundiza un 80% las filtraciones se reducen un 50%. (p. 21).

- **Dentellón de concreta in situ (diafragmas)**

Dinagua (2011) sugiere que los dentellones deben ser contruidos o instalados correctamente para permitir el lechado o inyectado de cemento, mezclándolo con arena y grava unidas con dicho material. En caso de que la capa impermeable se encuentre a mayor profundidad, se puede optar por una combinación de un dentellón de tierra y un diafragma (p. 25).

- **Presa y/o dique de tierra para la qocha**

Según Dinagua (2011), menciona que al realizar las actividades para la construcción de los diques con material propio de la zona, se debe combinar con otros materiales, como la arcilla para poder compactar el núcleo, para que acumule agua de lluvia, además sirve para fomentar infiltraciones lentas que originen muchos puquios “ojos de agua o nacientes de agua” y humedales como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Presa y/o dique de tierra



Fuente: Dinagua (2011).

1.3.20. Partes de un dique de tierra

- **Cuerpo del dique**

Dinagua (2011) indica que, en algunos casos, se utilizan términos sinónimos para referirse a la estructura cuya función es permitir el almacenamiento de agua en una qocha, aprovechando la derivación desde un río. Para evitar repeticiones excesivas, en ocasiones se emplea el término "terraplén" como sustituto (p. 40).

- **Dentellón**

Dinagua (2011) señala que los componentes situados en la parte inferior del dique de la qocha tienen como función principal lograr un nivel adecuado e impermeabilizar el terreno de cimentación. Si se consideran correctamente estos aspectos durante el diseño, se conseguirá que las filtraciones del agua almacenada sigan trayectorias más largas, evitando que lleguen directamente al pie del talud en la zona de aguas abajo (pp. 55-58).

- **Altura del dique (Qocha)**

Dinagua (2011), “menciona y la conceptualiza como la distancia vertical máxima entre la corona y la cimentación del “dentellón”, la cual no necesariamente coincide con la medida desde el cauce del río, por la presencia de depósitos aluviales”. (p. 62).

- **Corona**

Tal como se observa en la parte superior del dique de la qocha, en el Perú no existe una normativa o metodología específica para definir el ancho de coronación de una presa

o dique. No obstante, otros países sí cuentan con códigos o reglamentos que abordan este aspecto.

El reglamento italiano establece que el ancho debe ser igual a $H/6$, donde H representa la altura de la presa o dique, con un mínimo de 2.5 metros, tal como se indica en la tabla 1.

Tabla 1

Ancho de la corona recomendado para el dique

Qochas	Longitud (m)	Altura (m)	Ancho de corona (m)
Añascchocha I	44	2.66	4
Añascchocha II	48	2.66	4

Fuente: Expediente Técnico.

- **Tratamiento de champa y piedras**

Según la Guía técnica del tratamiento de champa y piedra. “Componente principal de la mitigación ambiental consiste en la colocación de champas y piedras como medio de soporte como se muestra en la figura 1.8”.

Figura 7

Tratamiento de champa y piedra



Fuente: Guía técnica del tratamiento de champa y piedra.

- **Name**

Se refiere al nivel máximo del agua, cuando el embalse está lleno y el vertedero funciona a su máxima capacidad. Esto incluye el nivel máximo ordinario, el nivel medio

de operación y el nivel mínimo de operación. La distancia entre la cresta y el nivel máximo ordinario de agua (NAME) se conoce como el bordo libre.

1.3.21. Niveles característicos

- **Nivel de embalse muerto (NME)**

Es el nivel más bajo de agua que puede alcanzar un embalse, y que marca el límite superior del llamado volumen muerto, el cual debe ser mayor que la cantidad estimada de sedimentos acumulados durante la vida útil del embalse, para asegurar que estos sedimentos puedan ser almacenados. Su cálculo resulta bastante complicado, especialmente cuando el embalse tiene múltiples usos, ya que en esos casos hay que considerar factores como la presión del agua sobre las turbinas, las condiciones de navegación en la parte superior, la altura necesaria para el riego, entre otros aspectos.

- **Nivel normal del agua (NNE)**

Marca el límite superior del volumen útil del embalse, que es el que se utiliza y consume según distintos fines, como generación de energía, riego, abastecimiento de agua, entre otros. Para definir su nivel, se consideran factores como el aporte de agua de la cuenca, la demanda requerida, y las pérdidas ocasionadas por infiltración y evaporación.

- **Name (NAME)**

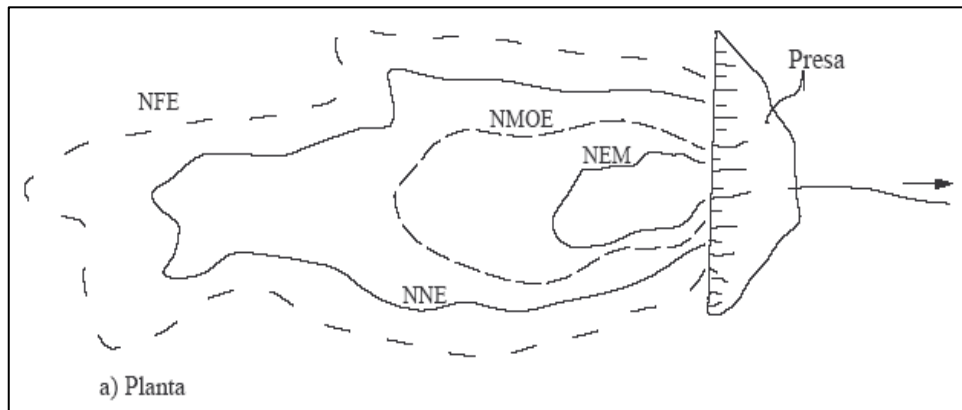
El Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) representa la cota máxima que puede alcanzar el agua en el embalse bajo cualquier circunstancia. El espacio de almacenamiento ubicado entre este nivel y el NAME, conocido como super-almacenamiento, se utiliza para manejar las crecidas que ocurren cuando el nivel del embalse está próximo al NAME.

En circunstancias habituales, el nivel del agua varía entre el Nivel Normal de Embalse (NNE) y el Nivel Máximo Ordinario Extraordinario (NMOE).

$$Vol_{total\ de\ embalse} = Vol_{muerto} + Vol_{operación} + Vol_{útil} + Vol_{forzado} \dots\dots\dots Ec. (2)$$

Figura 8

Nivel del embalse muerto

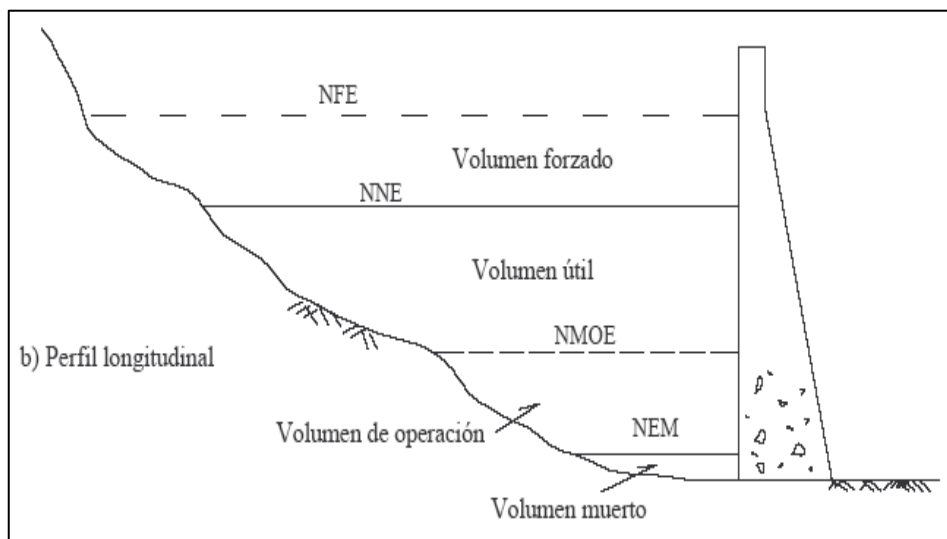


Fuente: Martínez (2019).

Se tiene un perfil longitudinal del dique para representar los volúmenes muerto y volumen útil dentro de la presa como se observa en la figura 9.

Figura 9

Nivel característico



Fuente: Martínez (2019).

1.3.22. Diseño de presa de tierra

Consideraciones generales, fuerzas que actúan sobre la cortina.

- El peso propio de la cortina.
- La relación del terreno.
- La posición del agua.
- Interna (sub-presión).

- Externa (presión hidrostática).
- Presión causada por la acumulación de sedimentos.
- Fuerza ejercida por el hielo.
- Movimientos sísmicos.
- Presión ejercida por el agua.
- Fuerzas sobre la estructura.
- Presión generada por el viento.
- Impacto de la presión de las olas.

1.3.23. Factores que influyen el diseño

Según Dinagua (2011), el diseño de una cortina de presa y sus enrocados se fundamenta en estudios analíticos relacionados con la construcción del dique, así como en las características del factor de diseño (p. 219). Además, puede haber una amplia diversidad de soluciones funcionales, ya que existen varios factores que influyen en el diseño de una presa de tierra.

- Clasificación, calidad y ubicación de los materiales.
- Propiedades de la boquilla, la cimentación y el embalse.
- Manejo o desviación del flujo de agua.
- Posible impacto del oleaje.
- Condiciones climáticas de la zona.
- Aspectos geológicos del área.
- Relevancia global de la actividad.

1.3.24. Predimensionamiento de las características geométricas de una presa pequeña (qocha)

Según Dinagua (2011), un terraplén se define al establecer la sección transversal que influye en el comportamiento del dique. Debido a la gran variedad y heterogeneidad en su construcción, no es posible aplicar fórmulas de diseño estándar. Además, un terraplén debe cumplir con ciertos requisitos (p. 155).

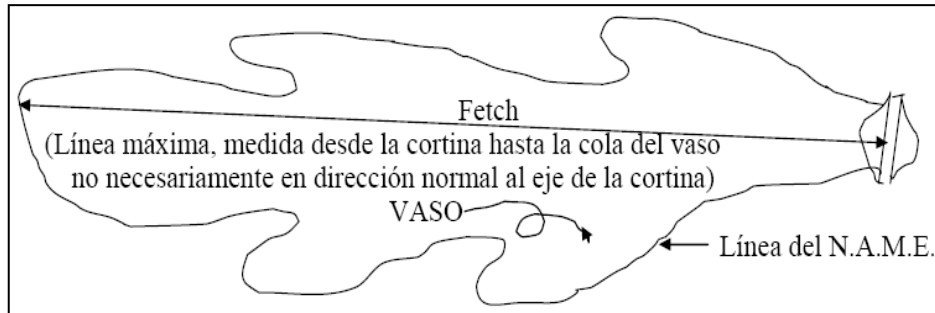
- Fetch

Según Martínez (2019) menciona que “el proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable sobre el paramento de aguas arriba.

El peligro radica en que el dique de materiales sueltos podría sobrepasarla y verter sobre ella. Los empujes dinámicos son de poca intensidad como para tenerlos en cuenta se muestra en la Figura 10.”

Figura 10

El oleaje del agua (FETCH) dique

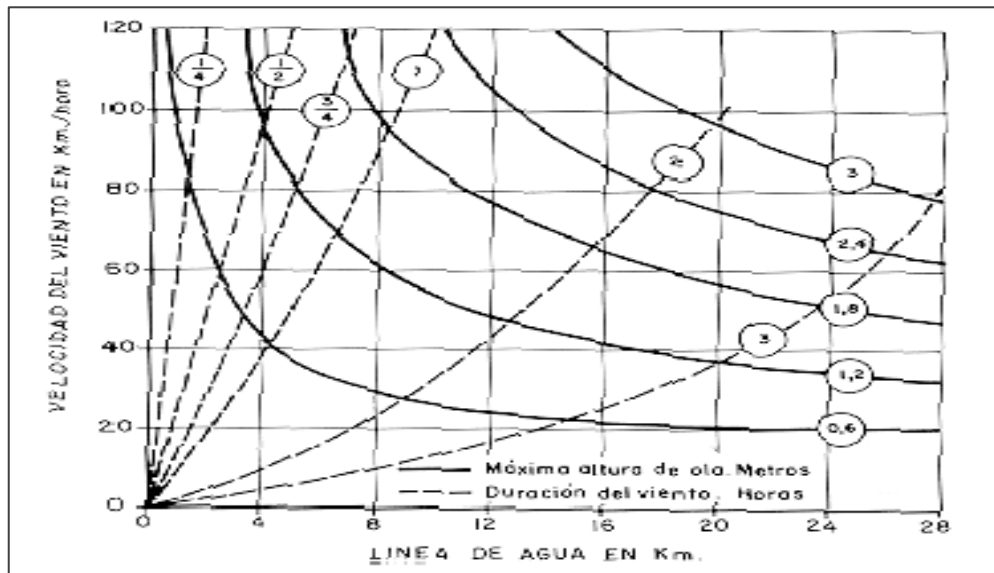


Fuente: Martínez (2019).

Se calcula un resguardo sobre el nivel máximo previsible.

Figura 11

Niveles máximos permisibles

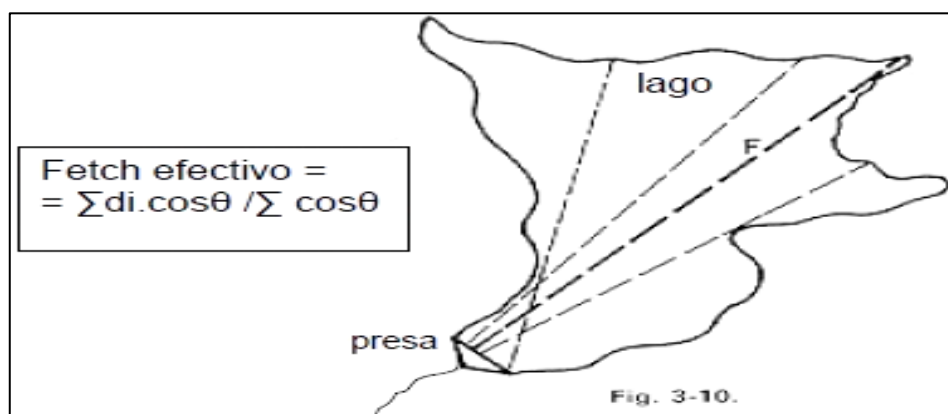


Fuente: Martínez (2019).

Utilizando otros tipos de cálculo para hallar la fetch o línea de agua (F) el cual genera la máxima longitud entre el dique y la orilla más alejada y se muestra en la figura 12.

Figura 12

Cálculo del FETCH para la altura del oleaje



Fuente: Martínez (2019).

Existen otros métodos para el cálculo.

$$a = 0.76 + 0.34x\sqrt{F} - 0.26x^4\sqrt{F} \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{Ec. (3)}$$

Donde:

F=fetch (km)

Iribarren propone otra forma de calcular altura del oleaje.

$$a = 1.2x^4\sqrt{F} \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{Ec. (4)}$$

1.3.25. Taludes

Reclamation (1970) señala que el oleaje ocurre de manera intermitente y con alturas de impacto que varían. Para presas pequeñas de tierra construidas sobre cimentaciones homogéneas, como las de las qochas, se recomiendan ciertos taludes específicos.

Tabla 2

Taludes de tierra homogénea

Caso	Tipo	Sujeto a desembalse rápidos (15 cm a más)	Clasificación de suelo	talud de aguas arriba	talud de aguas abajo
A	Homogénea	No	GW, GP, SW, SP	Permeable no adecuado	
	Homogénea		GC, GM, SC, SM	2 1/2: 1	2 1/2: 1
	Modificado		CL, ML	3 1/2: 1	2 1/2: 1
B	Homogénea	Si	GW, GP, SW, SP	Permeable no adecuado	
	Homogénea		GC, GM, SC, SM	3:1	2:1
	Modificado		GC, GM, SC, SM	3 1/2: 1	2 1/2: 1
			CL, ML	4:1	2 1/2: 1

Fuente: Expediente Técnico.

Se sugieren ciertos taludes para presas pequeñas de tierra con sección compuesta, construidas sobre cimentaciones estables, tal como se indica en la tabla.

Tabla 3

Taludes de tierra de sección compuesta

Caso	Tipo	Sujeto a desembalse rápido (15 cm a más)	Clasificación de suelo	Clasificación del material del núcleo	Talud de aguas arriba
A	Homogéneo	No critica	No es crítico relleno de roca	No es crítico	
	Homogéneo		GW, GP, SW	GC, GM, SC, SM	2;1
	modificada		(gravoso) o SP (gravoso)	CL, ML, CH, MH	2;1
B	Homogéneo	No	No es crítico relleno de roca	GC, GM, SC, SM	2 1/4: 1
	modificada		GW, GP, SW	CL, ML, CH, MH	2 1/2: 1
			(gravoso) o SP (gravoso)		2 1/2: 1
					2 1/2: 1
C	Compuesto	Si	No es crítico relleno de roca	GC, GM, SC, SM	2 1/2: 1
	con el núcleo		GW, GP, SW	CL, ML, CH, MH	3;1
	mismo		(gravoso) o SP (gravoso)		3 1/2: 1

Fuente: Expediente Técnico.

1.3.26. Mecánica de suelos

Reclamation (1970) indica que el estudio de la mecánica de suelos permite identificar un conjunto de propiedades que facilitan una comprensión adecuada del comportamiento mecánico del suelo analizado. Las características físicas y mecánicas de los materiales que conforman el suelo, y que intervienen en la construcción de presas o diques, dependen de su origen y de los procesos geológicos previos que los han afectado. La influencia de estas propiedades naturales en el diseño y la construcción de estas obras es un tema común en los ensayos de materiales, aunque debe ser evaluado por expertos en la materia (p. 150-155).

1.3.27. Procesos para el diseño de un dique

Dinagua (2011), menciona que para el diseño de un dique se debe priorizar materiales locales, estabilidad hidráulica y resistencia a la erosión. La selección del tipo de dique dependerá de las condiciones específicas de la topografía del terreno y los recursos disponibles. (p. 8).

- **Selección del tipo de dique**

Según Dinagua (2011), indica que el tipo de dique depende de la función que cumpla y las respectivas condiciones del terreno, se tienen en cuenta criterios como la disponibilidad de materiales que se tiene, cantidad de agua a retener, la resistencia a las filtraciones y erosión. (p. 8-13).

- **Dimensionamiento del dique**

Según Dinagua (2011), comenta que las dimensiones del dique a diseñar dependen de la capacidad de volumen que se requiera almacenar, las condiciones hidrológicas (precipitación y evaporación) y la geotecnia del terreno. Además, el dimensionamiento debe garantizar estabilidad y capacidad de almacenamiento, considerando siempre un sistema de alivio para evitar fallas. (p. 15-20).

- **Materiales para la construcción de un dique**

Según Dinagua (2011), indica que los materiales destinados a la construcción de un dique de una qocha, no pueden menospreciarse y es necesario realizar un apropiado análisis hidrológico y geotécnico. Los diques de tierra son los más utilizados debido a su bajo costo, sin embargo, los diques de enrocado son más duraderos y de un mayor costo. (p. 9-10).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación

2.1.1. Ubicación política del proyecto de investigación

Departamento	: Huancavelica
Provincia	: Angaraes
Distrito	: Seclla
Centro Poblado	: Atuna

2.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del área de estudio está ubicada en las coordenadas UTM WGS 84, Zona 18I-UTM:

Este	: 553787.62 m E
Norte	: 8554809.11 m S
Altitud	: 4436.50 m.s.n.m.

Figura 13

Ubicación de la gocha en estudio

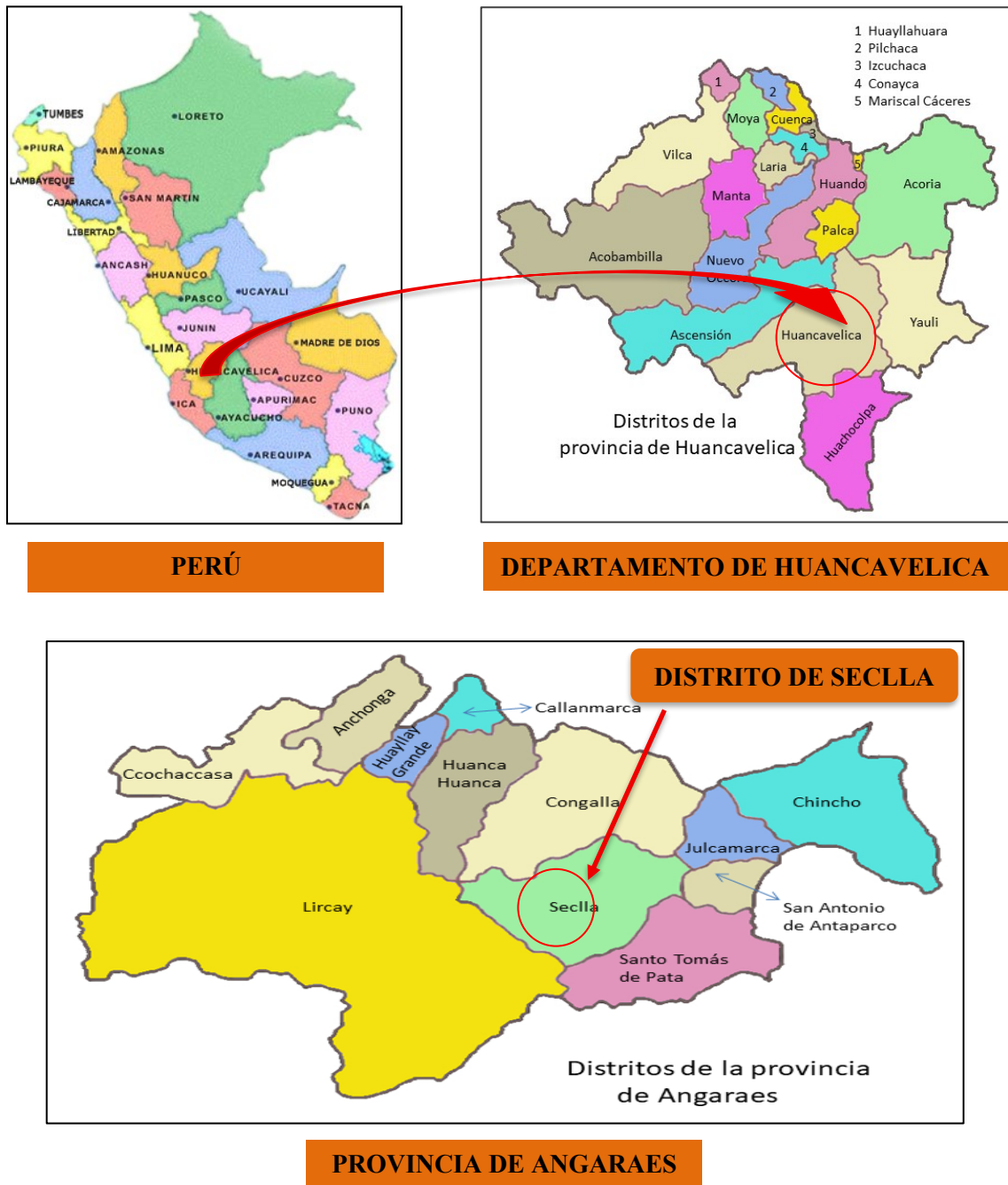


Figura 14

Vista satelital de la ubicación de la qocha en el centro poblado de Atuna



Fuente: Imagen Satelital en el programa Google Earth ,2022.

2.2. Materiales y equipos

Los materiales y equipos principales utilizados para crear el trabajo de investigación actual se enumeran a continuación.

2.2.1. *Materiales*

- Datos de estaciones meteorológicos de Senamhi.
- Material de escritorio.

2.2.2. *Equipos*

- Cámara fotográfica.
- Libreta de apuntes.
- GPS diferencial.
- Receptor de GPS diferencia
- GPS (manual).
- Laptop, impresora, fotocopias.
- Google Earth.
- Civil 3d.

2.2.3. *Herramientas del campo*

- Pintura color rojo, blanco.

2.3. Procedimiento metodológico

2.3.1. Fase de campo

- **Reconocimiento de campo**

Primeramente, se realiza el reconocimiento de campo para el levantamiento topográfico del área del embalse.

Figura 15

Reconocimiento del vaso de la qocha en el centro poblado de Atuna



Fuente: Fotografía propia.

- **Levantamiento topográfico**

Mediante la utilización de GPS navegados.

Se realiza el levantamiento topográfico del vaso o área del embalse del dique.

Colocación de puntos geodésicos o BM en puntos fijos.

Tabla 4

Colocación de puntos geodésicos

Nombre del punto	Este(m)	Norte(m)	Elevación	Zona UTM
BM1	546444.34	8556763.23	4379.21	18S
BM2	546532.41	8556806.3	4379.77	18S
BM3	546465.27	8556688.58	4381.85	18S

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

Puntos de control geodésico



Fuente: Fotografía propia.

2.3.2. Fase de gabinete

- **Realización de las curvas de nivel y el vaso del dique**

Para la generación de las curvas de nivel, se llevó a cabo primero un levantamiento topográfico. Posteriormente, se obtienen modelos del terreno en 3D, con curvas de nivel cada 10 cm, lo que permite una visualización más clara del relieve del terreno para el desarrollo del proyecto.

Figura 17

Imagen de gocha georreferenciada

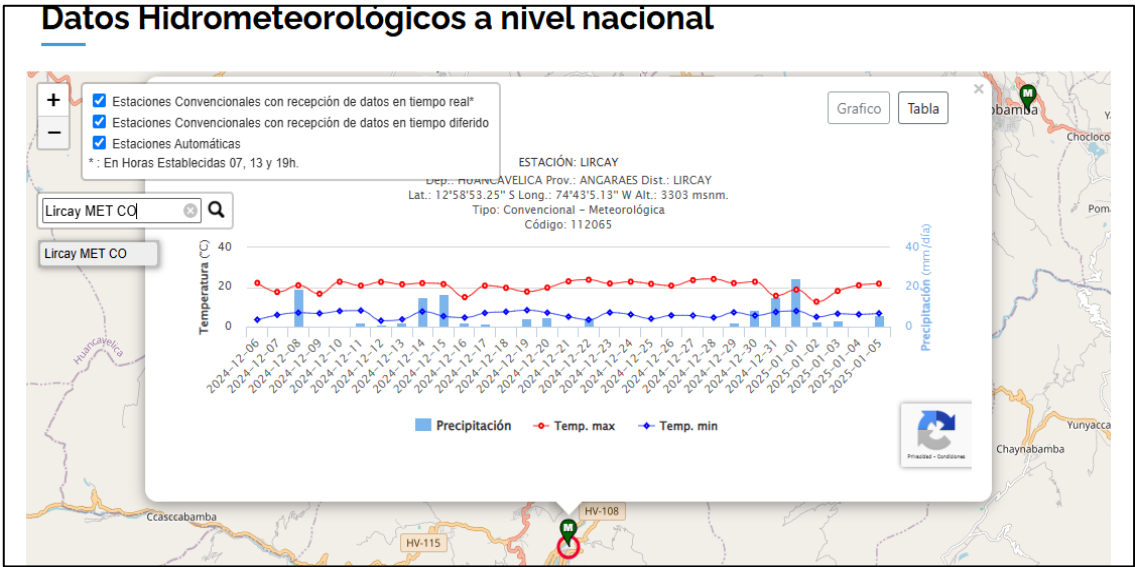


Fuente: Elaboración propia.

• **Extracción de datos meteorológicos**

Se realiza a la extracción de datos meteorológicos de la estación de Lircay y estación de Acobamba, de la base de datos del SEHNAMI.

Figura 18
Extracción de datos meteorológicos SEHNAMI



Fuente: SEHNAMI (2025).

a) Precipitación Máxima 24 horas

Las precipitaciones de las estaciones de Acobamba y Lircay, se obtiene una precipitación máxima promedio, concentrando los valores más elevados en los meses de diciembre a marzo y los más reducidos de abril a noviembre, la data obtenida es desde el año 1966 al 2022.

Tabla 5
Precipitación máxima 24 horas estación Acobamba

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX
18.4	16.5	17	11.8	8.9	5	4.9	5.4	10.1	13.3	13.3	16.1	24

Fuente: SEHNAMI (2025).

Tabla 6*Precipitación máxima 24 horas estación Lircay*

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX
18.5	20.1	18.5	13.9	9.5	5.5	5.9	6.3	9.9	12.7	12.5	18.2	27.7

Fuente: SEHNAMI (2025).**a) Temperatura media**

En la siguiente Tabla 7, se recoge la variación de la temperatura media mensual de la estación Lircay, para el periodo 1965 - 2015, se efectuó en base a los registros diarios históricos mínimos y máximos. Obteniéndose un resultado promedio multianual de la estación de 7.26°C.

Tabla 7*Temperatura media*

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
9.56	9.59	9.34	7.84	5.49	4.25	4.37	4.95	6.85	7.52	8.25	9.09

Fuente: SEHNAMI (2025).**b) Humedad relativa**

La humedad relativa fluctúa entre 60% y 80% a lo largo del año. Los máximos valores de la humedad relativa tienen lugar durante los meses de enero a mayo y los mínimos durante los meses de junio a diciembre.

Tabla 8*Humedad relativa anual*

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
82.8	84.7	82.9	81.7	79.2	77	81.6	80	79.3	82.3	77.5	81.5

Fuente: SEHNAMI (2025).**c) Velocidad de viento**

La velocidad del viento es estable a lo largo del año en la estación Lircay con pequeñas variaciones inferiores en promedio a 1.51 – 1.87 m/s.

Tabla 9*Velocidad media del viento*

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1.6	1.71	1.74	1.6	1.48	1.49	1.51	1.65	1.5	1.6	1.75	1.87

Fuente: SEHNAMI (2025).**d) Evapotranspiración**

Para el análisis de la evaporación se dispuso la información diaria facilitada por ANA – SENAMHI en las estaciones de Acobamba. Se dispuso periodos variables de observación entre los años 1965 y 2013 según se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 10*Evapotranspiración*

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
42.0	34.2	35.7	42.7	55.8	57.0	56.2	59.9	58.0	60.1	59.8	48.5

Fuente: SEHNAMI (2025).**Análisis hidrológico**

Se ubica en la cuenca del río Mantaro; políticamente en el distrito de Pilcomayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Tabla 11*Información básica de la estación Puente Breña*

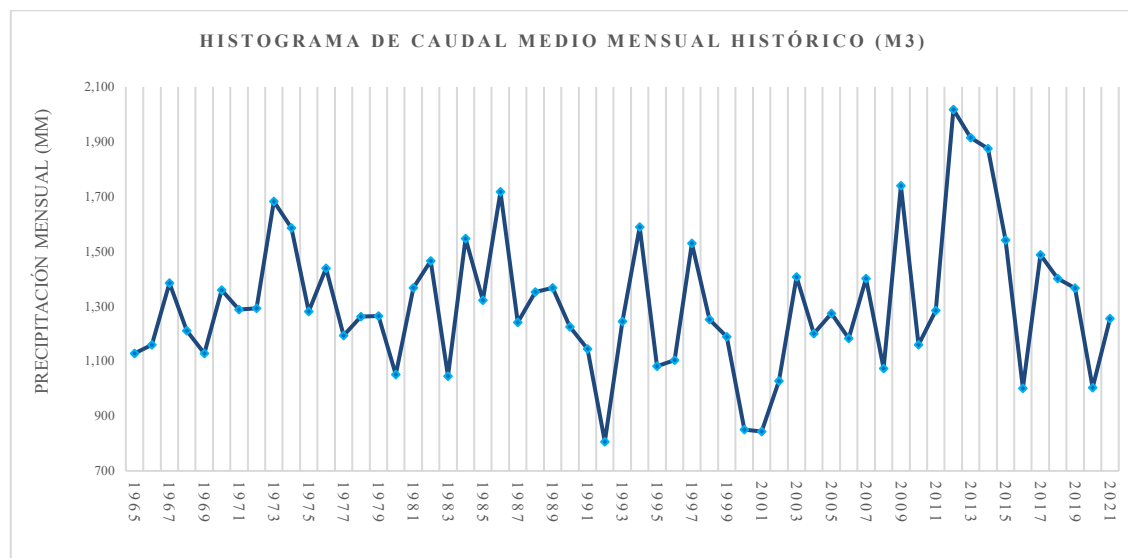
ESTACION:	PUENTE BREÑA	LATITUD	12° 2' 52.0	DPTO.	Junín
CODIGO	230931	LONGITUD	75° 14' 30	PROV.	Huancayo
CUENCA	MANTARO	ALTITUD (msnm)	4417	DIST.	Pilcomayo

a) Análisis visual de hidrogramas

Los caudales registrados por la estación Puente Breña poseen valores que fluctúan entre los 700 m³ a 2000 m³ anuales. La serie histórica muestra picos muy elevados en 1986, 2009, y 2012 en comparación con el resto de los años, aunque la serie muestra una cierta tendencia estable.

Figura 19

Hidrograma de caudales medios mensuales Estación Puente Breña en el departamento de Junín



Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis de consistencia

La información hidrométrica proviene de los registros de la estación Puente Breña a cargo de la Autoridad nacional del Agua (ANA).

Tabla 12

Caudal propio en régimen natural de la estación Puente Breña

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1965	95.0	110.4	107.1	40.8	36.3	2.7	16.4	12.8	50.9	63.1	87.3	108.2	731.0
1966	85.1	101.6	65.3	39.7	18.8	9.1	10.4	15.2	20.0	70.8	107.1	135.8	678.9
1967	89.5	143.5	111.5	46.5	16.4	6.6	95.0	4.0	34.0	69.7	59.8	89.5	766.0
1968	109.3	101.6	95.0	35.1	35.1	9.1	2.7	12.8	43.1	57.6	57.6	123.7	682.7
1969	66.4	139.1	64.2	37.4	12.8	1.3	2.7	14.0	56.5	62.0	93.9	134.7	685.0
1970	114.9	118.2	79.6	53.2	24.7	5.3	4.0	1.3	52.1	67.5	77.4	129.2	727.4
1971	91.7	130.3	59.8	29.4	18.8	6.6	2.7	16.4	16.4	166.6	87.3	172.1	798.1
1972	102.7	119.3	152.4	55.4	15.2	1.3	6.6	2.7	35.1	58.7	81.8	141.3	772.5
1973	145.7	132.5	137.9	40.8	14.0	16.4	15.2	10.4	15.2	75.2	60.9	107.1	771.3
1974	149.0	179.8	132.5	32.8	9.1	18.8	15.2	9.1	6.6	25.9	60.9	97.2	736.9
1975	89.5	130.3	101.6	47.6	32.8	11.6	9.1	9.1	29.4	45.3	67.5	164.4	738.2
1976	122.6	97.2	56.5	24.7	47.6	38.6	31.7	27.1	55.4	50.9	58.7	116.0	727.0
1977	108.2	125.9	119.3	44.2	22.4	10.4	4.0	21.2	18.8	37.4	155.6	74.1	741.5
1978	116.0	108.2	158.9	68.6	18.8	2.7	4.0	2.7	23.6	74.1	93.9	98.3	769.8
1979	101.6	133.6	47.6	46.5	35.1	7.9	18.8	23.6	31.7	47.6	111.5	100.5	706.0
1980	109.3	93.9	128.1	37.4	17.6	4.0	17.6	14.0	22.4	153.4	88.4	129.2	815.3
1981	135.6	180.2	120.6	24.5	3.2	2.0	1.7	21.1	21.0	82.8	113.2	128.8	834.8

1982	123.9	161.8	90.6	61.0	2.8	4.2	7.6	11.4	36.1	112.8	118.2	85.8	816.0
1983	117.1	95.0	241.0	59.0	15.0	2.0	3.0	2.0	19.0	64.0	82.0	128.5	827.6
1984	122.4	153.5	151.5	47.5	32.7	21.8	4.2	7.1	18.8	99.6	115.8	130.7	905.4
1985	79.8	126.3	117.3	62.6	40.0	15.0	4.7	5.0	64.9	29.8	64.4	125.1	735.0
1986	159.7	140.7	148.4	84.7	29.7	0.6	10.9	15.5	25.2	33.3	56.2	113.5	818.4
1987	159.2	117.8	120.0	44.0	13.0	13.0	52.0	7.0	15.0	35.0	85.0	111.6	772.6
1988	147.4	109.1	102.8	86.6	31.1	1.3	0.8	4.3	34.6	64.9	56.6	121.2	760.6
1989	131.6	145.6	149.7	51.7	18.2	10.2	5.9	18.2	36.8	71.4	41.9	25.5	706.5
1990	115.4	56.7	65.5	35.2	26.9	34.5	5.1	9.5	23.0	134.3	116.6	84.8	707.4
1991	161.0	99.5	179.7	64.1	32.1	0.3	4.2	32.1	83.4	34.3	57.5	51.9	800.0
1992	110.0	96.1	173.0	120.0	18.0	10.0	0.0	13.0	26.0	48.0	103.0	90.0	807.1
1993	108.0	116.8	125.4	73.8	23.7	2.0	6.7	9.0	36.9	85.0	132.0	157.2	876.4
1994	145.7	126.8	130.6	76.9	42.4	6.0	3.6	7.0	35.4	48.4	76.2	120.0	818.9
1995	107.1	92.5	134.3	57.6	20.7	4.0	5.3	5.2	29.1	68.9	80.3	113.8	718.8
1996	182.3	181.9	56.3	71.1	7.6	7.0	0.0	7.6	27.7	94.4	89.9	88.1	813.9
1997	83.6	159.8	81.5	31.6	6.2	20.4	11.1	3.6	60.5	67.4	102.0	83.4	711.1
1998	126.5	130.5	100.1	45.0	3.9	5.2	0.6	3.9	24.7	97.8	72.2	90.2	700.5
1999	119.1	165.0	106.7	65.0	27.1	8.7	7.1	3.3	63.3	66.9	82.0	119.0	833.1
2000	151.0	152.5	141.4	39.7	28.9	4.0	7.8	18.2	28.3	63.1	45.3	148.7	828.7
2001	163.4	110.8	154.6	37.0	28.8	4.7	13.0	4.9	37.8	77.5	96.2	97.7	826.4
2002	62.7	136.5	139.6	60.2	22.2	5.4	22.5	7.9	52.4	98.9	111.8	110.7	830.6
2003	110.0	159.0	169.0	44.0	12.0	4.0	8.0	3.0	11.0	38.0	73.0	112.0	743.0
2004	50.2	134.2	80.8	34.9	13.1	13.4	10.1	9.0	51.5	89.2	98.2	135.6	720.1
2005	67.2	112.3	127.4	36.5	12.1	1.5	24.3	21.9	62.2	84.8	96.0	111.6	757.8
2006	123.3	106.9	125.5	59.6	4.6	10.3	2.5	9.2	35.0	74.2	84.4	123.5	759.1
2007	95.5	121.2	166.9	64.3	30.9	0.0	0.5	21.0	25.4	25.7	83.8	166.4	801.6
2008	108.4	133.6	75.8	126.7	29.5	28.0	0.0	2.0	37.1	58.0	61.8	184.5	845.4
2009	124.2	128.1	126.4	68.2	15.2	4.0	7.5	16.2	23.7	83.0	137.9	145.6	880.1
2010	141.5	104.6	105.4	48.5	8.3	3.9	1.9	1.3	26.2	64.6	67.4	137.0	710.5
2011	160.9	149.9	129.1	63.1	15.1	0.8	6.1	5.7	41.5	53.7	90.5	158.1	874.5
2012	101.3	152.3	93.6	75.6	16.2	8.3	2.5	2.4	63.7	69.2	89.4	149.1	823.6
2013	148.6	148.5	125.8	34.9	27.1	7.4	7.3	24.6	19.9	99.5	69.5	115.4	828.4
2014	134.2	110.1	148.1	57.9	35.0	4.4	10.0	7.8	58.9	56.9	63.0	146.1	832.3
2015	161.5	114.8	106.0	71.6	25.6	6.5	4.7	12.9	35.6	45.1	95.0	121.8	801.0
2016	153.6	188.1	194.4	35.8	14.8	1.0	0.5	31.3	26.3	25.9	122.3	76.4	870.4
2017	180.1	146.9	126.8	56.7	44.1	1.9	2.3	5.7	38.1	77.6	72.6	96.0	848.6
2018	138.7	124.4	141.1	67.1	29.4	10.0	9.6	13.9	21.6	112.6	64.0	89.5	821.7
2019	138.6	153.0	138.8	45.8	23.0	3.8	5.1	1.5	36.0	61.7	106.6	108.2	822.0
2020	115.3	138.1	126.8	43.7	58.5	2.7	5.1	0.7	31.4	40.9	42.8	133.1	739.0
2021	129.4	62.8	146.1	75.3	26.1	6.3	2.7	8.1	33.2	87.7	130.8	88.4	796.6

Fuente: SEHNAMI.

Se realiza la comparación de datos confiables y datos dudosos para la prueba de T STUDENT.

Tabla 13

Prueba de T STUDENT

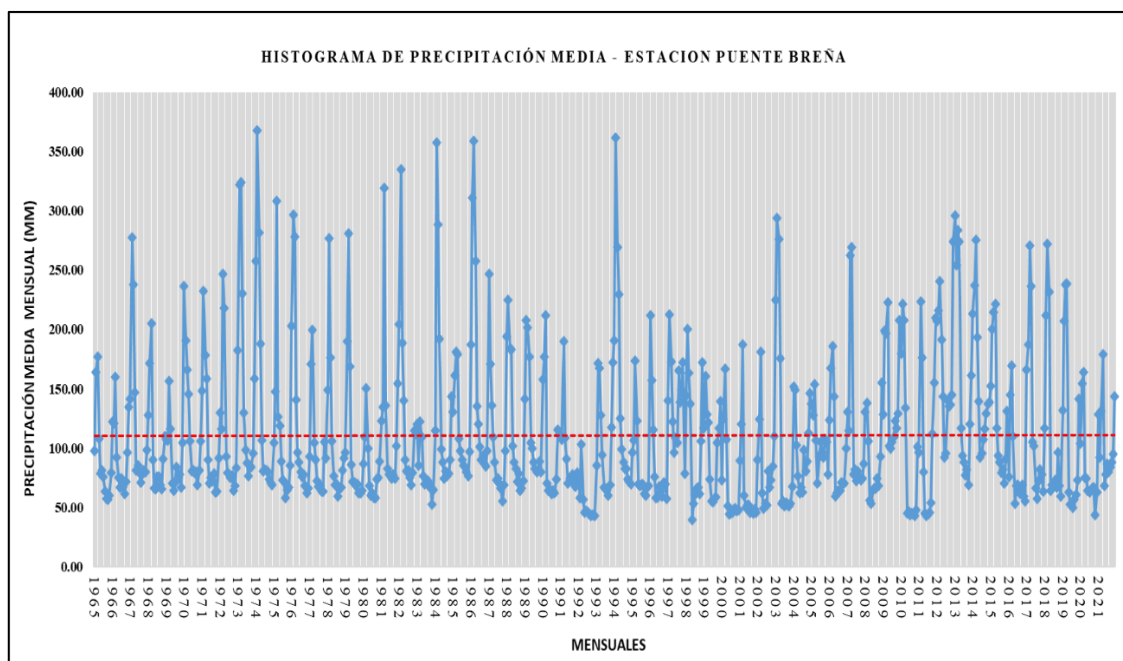
DATOS CONFIABLES Periodos Muestrales		DATOS DUDOSOS Periodos Muestrales	
ENTRE LOS AÑOS 1965 - 1999		ENTRE LOS AÑOS 2000 - 2021	
Tamaño de la muestra(n1)=	420	Tamaño de la muestra (n2)=	264
Media de la muestra $\bar{X}_1 =$	107.87	Media de la muestra $\bar{X}_2 =$	111.01
Desviación Stand.(S1) =	44.42	Desviación Stand(S2)=	62.15
Grados de libertad(GL1)=	419	Grados de libertad(GL2)=	263
RESULTADOS			
PRUEBA "T" DE STUDENT			
Desviación estándar ponderada		51.98	
Desviación de las diferencias de los promedios		4.08	
Cálculo del T, calculado (Tc) según:		0.77	
Calculo del valor critico de t, tabular Tt:		1.96	
Grados de libertad		682.00	
Conclusión:			
$ t_c = 0.77$		< Tt= 1.9634	HOMOGENEIDAD OK
PRUEBA "F" DE FISHER			
Cálculo de F calculado (Fc) según :		1.96	
Calculo del F tabular(valor critico de Ft) Ft		1.20	
Conclusión:			
$F_c = 1.96$		> $F_t = 1.20$	NO HOMOGENEIDAD (CORREGIR LA PRECIPITACION)

Fuente: Elaboración Propia.

Después de haber corregido los saltos, el histograma de caudales en la estación de Puente Breña está mejor configurado, como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 20

Hidrograma de caudales medios mensuales corregidos de la Estación Puente Breña



Fuente: Elaboración Propia.

- **Precipitación media mensual en la zona de estudio**

La precipitación media mensual de la cuenca de estudio se calculó mediante la relación de precipitación altura establecido líneas arriba, la estimación de la precipitación en la cuenca se estimó utilizando la ecuación general determinada con las 5 estaciones y está dado por:

Se tomo en cuenta la relación precipitación media – caudal medio – altura (msnm) para calibrar los caudales de la microcuenca.

Caudal simulado en la microcuenca de estudio

Tabla 14

Caudal simulado en la microcuenca de estudio

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
0.0071	0.0094	0.0101	0.0072	0.0041	0.0037	0.0036	0.0037	0.0036	0.0038	0.0042	0.0052

- **Estimación de máximas avenidas**

Para la estimación de máximas avenidas se tomó el método Racional, cuya finalidad fue determinar los caudales máximos de diseño, para establecer los niveles de almacenamiento del dique y el dimensionamiento.

La siguiente ecuación de frecuencias puede utilizarse para detectar datos dudosos altos:

$$XH = X + KN.S \dots\dots\dots Ec. (5)$$

Datos:

Xh = Alto umbral atípico en unidades de registro.

S = La desviación estándar de X's

KN = Valor K del apéndice 4 para el tamaño de la muestra N

Si los logaritmos de los picos de una muestra son mayores que xH , entonces se consideran altos valores atípicos.

El tratamiento de todos los datos históricos de inundaciones y los valores atípicos altos deben estar bien documentados en el análisis.

$$XH = +KN.S \dots\dots\dots Ec. (6)$$

La siguiente ecuación se utiliza para detectar valores atípicos bajos:

$$XH = -KN.S \dots\dots\dots Ec. (7)$$

Datos:

XL = Bajo umbral atípico en unidades logarítmicas.

X = Logaritmo medio de los picos sistemáticos (X 's), excluyendo los eventos de inundación cero, los picos por debajo de la base del medidor y los valores atípicos detectados anteriormente.

S = la desviación estándar de X 's

XN = Valor K del Apéndice 4 para el tamaño de la muestra N .

Figura 21

Valores de K_n para diferentes tamaños de muestra

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: U.S. Resources Council 1981. Valores de K_n con un nivel de significancia de 10% distribución normal.

Se realizaron las correcciones en la estación de Acobamba, Lircay eliminando tanto los valores altos como bajos que se alejan significativamente de la muestra.

Figura 22

Análisis de datos dudosos

ANÁLISIS DE DATOS DUDOSOS - ESTACION LIRCAY				PARAMETROS ESTADÍSTICOS		
N°	AÑO	P24H	LOG(P24HORAS)	Numero de datos	P24hr	Log(24hr)
1	1974	33.2	1.521	Sumatoria	1340.30	69.42
2	1975	22.2	1.346	Valor Máximo	77.000	1.886
3	1976	22.5	1.352	Valor mínimo	15.300	1.185
4	1977	21.2	1.326	Media	25.200	1.401
5	1978	27	1.431	Varianza	95.631	0.016
6	1979	15.5	1.190	Desviación estándar	9.884	0.127
7	1980	20.6	1.314	Coefficiente de seso	2.904	1.031
8	1981	24.7	1.393	Umbral de datos dudosos alto (xH: unidad logarítmica) $xH = \bar{x} + K_N \cdot S$ xH= 1.76 PH= 57.011 mm n 49 kn 2.76 Precipitación máxima aceptadas PH=10(H) PH 57.01 Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad Logarítmica) $xL = \bar{x} - K_N \cdot S$ Precipitación máxima aceptadas PH=10(H) PI 11.32		
9	1982	36.8	1.566			
10	1983	25.2	1.401			
11	1984	23.4	1.369			
12	1985	19.4	1.288			
13	1986	23.5	1.371			
14	1987	35.2	1.547			
15	1988	30.8	1.493			
16	1989	18.8	1.274			
17	1990	22.7	1.356			
18	1991	30.4	1.483			
19	1992	22.9	1.360			
20	1993	43.7	1.636			
21	1994	38	1.580			
22	1995	37.1	1.569			
23	1996	24.5	1.389			
24	1997	29.5	1.470			
25	1998	36.2	1.559			
26	1999	20	1.301			
27	2000	26.6	1.425			
28	2001	29.2	1.465			
29	2002	32.3	1.509			
30	2003	27.4	1.438			
31	2004	17.7	1.248			
32	2005	21.3	1.328			
33	2006	21.3	1.328			
34	2007	29.7	1.473			

Fuente: Elaboración propia.

- Análisis estadístico de frecuencias

Se realiza el ajuste de varias distribuciones teóricas a una determinada muestra, para comparar y concluir cuál de ellas se aproxima mejor a la distribución empírica.

Para utilizar estos modelos probabilísticos, se deben calcular sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste.

Las distribuciones teóricas más utilizadas para el análisis de máximas avenidas son:

- a) Distribución Gamma (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud)
- b) Distribución Gumbel (Método de Momentos)
- c) Distribución Log Normal (Método de Máxima Verosimilitud)
- d) Distribución Log-Pearson Tipo III (Método de Momentos)
- e) Distribución Normal (Método de Máxima Verosimilitud)
- f) Distribución Weibull (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud)
- g) Distribución Exponencial (Método de Máxima Verosimilitud)
- h) Distribución GEV (Método de Máxima Verosimilitud)
- i) Distribución Weibull (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud)
- j) Distribución GEV (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud).

Una vez obtenidas las alturas de precipitación para los diferentes periodos de retorno, se realizó la prueba estadística de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov para determinar la distribución de probabilidad.

Tabla 15

Determinando la distribución de probabilidad para diferentes pruebas de ajuste

Kolmogorov-Smirnov test for: All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.36%	0.08382
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.92%	0.08306
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.98%	0.05029
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.88%	0.05524
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	14.51%	0.17084
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	40.61%	0.13242
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.83%	0.05657
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.94%	0.05305
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.97%	0.05068
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.39%	0.06757
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	77.33%	0.09798
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24.91%	0.15198
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	64.66%	0.10952

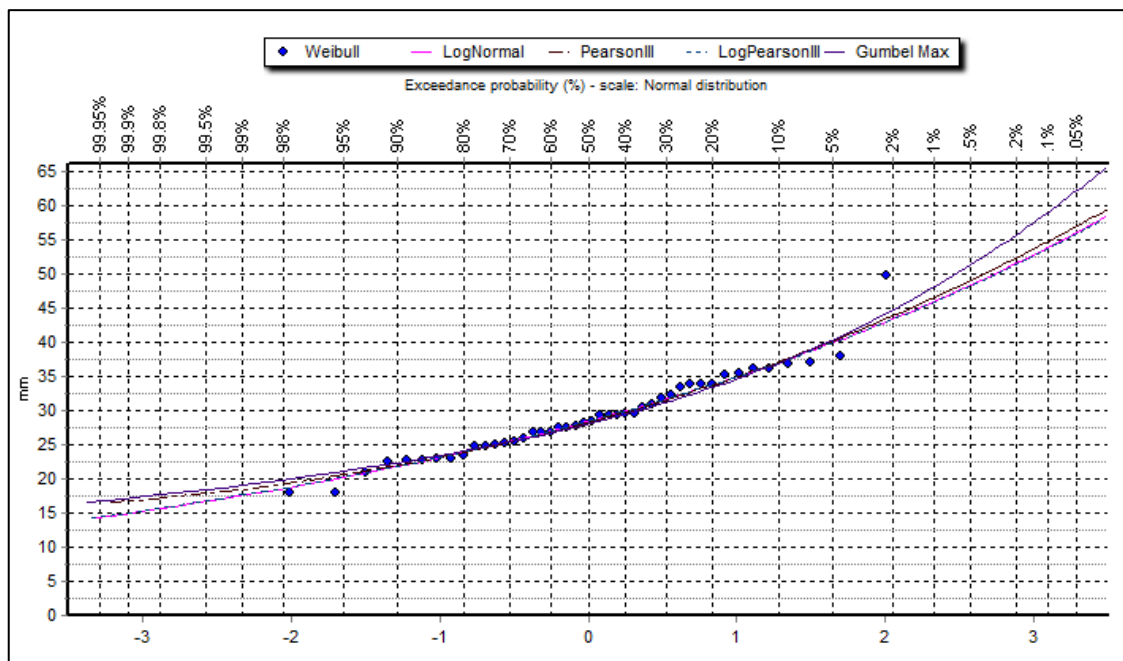
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.86%	0.05575
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.84%	0.05638
Pareto	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	0.3592
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.98%	0.04928
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.93%	0.05325
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.15%	0.0638
EV2-Max (L-Momments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.78%	0.0926
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24.28%	0.15292
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	64.58%	0.10959
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.88%	0.20359
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	74.46%	0.10067
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56.93%	0.11648

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene el grafico generado para diferentes pruebas de ajuste a través del programa Hydrognomon.

Figura 23

Relacione precipitación - excedencia



Fuente: Elaboración propia.

- **Selección del período de retorno**

Se realiza la probabilidad del riesgo de excedencia de la estructura, según el periodo de retorno y la vida útil de las obras proyectadas, la fórmula a utilizar es:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \dots\dots\dots Ec. (8)$$

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}} \dots\dots\dots Ec. (9)$$

La obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra. El periodo de retorno considerado para el diseño de nuestra estructura es de 100 años, y la vida útil de la obra 30 años.

- **Determinación del tiempo de concentración**

Se determina el tiempo de concentración (Tc) de la subcuenca que aporta, las nacientes, hasta el punto de interés del dique.

Tiempo de concentración propuesto por Kirpich.

$$T_C = 0.00325 * \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right) \dots\dots\dots Ec. (10)$$

Tiempo de concentración propuesto por California.

$$t_C = \left(\frac{0.87 * L^3}{H} \right)^{0.385} \dots\dots\dots Ec. (11)$$

Tiempo de concentración propuesto por Giandotti Válido para un rango de longitudes de cauce principal igual a $L/3.600 \geq t_c \geq (L/3.600 + 1,5)$. Se basa en la siguiente fórmula:

$$T_C = \frac{4 * \sqrt{S} + 1.5 * L}{0.8 \sqrt{H}} \dots\dots\dots Ec. (12)$$

Fórmula utilizada para cuencas pequeñas y situadas en zonas agrícolas. Es muy utilizada en la aplicación del Método Racional.

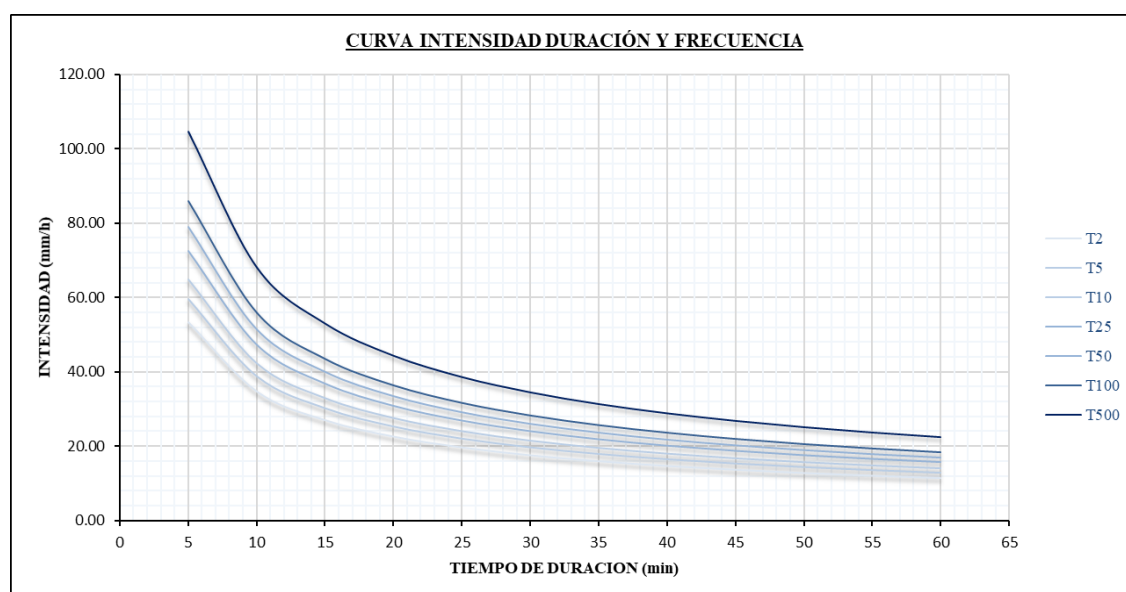
- **Construcción de las curvas IDF**

La construcción de las curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF), según diversos autores, plantean distintas formas o métodos para su construcción. Para Aparicio (1997) existen dos métodos; el primero, llamado de intensidad - período de retorno.

$$I = \frac{Kxt^m}{t^n} \dots\dots\dots Ec. (13)$$

Figura 24

Curva de intensidad y frecuencia



Fuente: Elaboración propia.

- **Cálculo del caudal de diseño para (Tr: 100 años)**

Debido a que la microcuenca no cuenta con estaciones Hidrometeorológicas en su área, se consideró en los diseños el cálculo de caudal máximo determinado mediante el método racional para periodo de retorno de 100 años, calculado según la vida útil de la estructura y el porcentaje de riesgo de fallo. En realidad, este límite está dado por las características de las lluvias intensas en la zona y debe ser tal que la lluvia puntual se pueda considerar uniformemente distribuida en el área. La fórmula es:

$$Q = \frac{CxIx A}{360} \dots\dots\dots Ec. (14)$$

Donde:

- Q: Caudal en m³/s
- C: Coeficiente de escorrentia adimensional
- I: Intensidad de la lluvia en mm/hora
- A: es el area en hectareas.

Tabla 16*Características geomorfológicas de la cuenca*

Nº	Nombre de la Microcuenca Qocha	Cauce (ha)	Pendiente Principal (m)	Pendiente (m/m)	T. C. (hr)	C	Intensidad (mm/hr)	Qmáx (m3/s)
1	Chichicaracha yocc	61.3	967	0.011	1.73	0.35	13.18	0.785

- **Tránsito de avenidas en vasos**

El tránsito de avenidas en vasos es un procedimiento que se sigue para poder determinar el hidrograma de salida de un embalse dado un hidrograma de entrada en un punto específico del curso de agua, para ello es necesario los hidrogramas de caudales conocidos o supuestos a lo largo de uno o más puntos aguas arriba del estudio, además el hidrograma puede ser producto de la precipitación o deshielo en la zona.

- **Ecuación de almacenamiento**

En el tránsito de avenidas en vasos se usa, como en la simulación del funcionamiento de vasos, la ecuación de continuidad:

Volumen de entrada - volumen de salida = Δ almacenamiento / Δt :

$$Q_{entra} - Q_{salida} = \Delta \text{Almacenamiento} / \Delta t \dots\dots\dots Ec. (15)$$

$$I - O = \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta t} \dots\dots\dots Ec. (16)$$

Donde:

I: Caudal medio de entrada

O: Caudal medio de salida

S_{i-1} : Volumen almacenamiento en el comienzo de (tiempo 1)

S_i : Volumen de almacenamiento final (tiempo 2).

- **Diseño del dique**

a) Tipo de material del dique

Mediante el estudio de mecánica de suelos se puede observar que es recomendable realizar un dique de material homogéneo ya que se cuenta con esos recursos cerca al lugar de estudio.

Tabla 17*Característica de mecánica de suelo de la cuenca*

Cantera material	%	%	%	Clasif.	Límite	Límite	IP
homogéneo	Grava	Arena	Finos	SUCS	Líquido	Plástico	
Chichicarachayocc	24.00	58.00	18.00	SM	28.47	24.82	3.65

b) Datos obtenidos en la topografía

Se tiene la forma del baso del dique de la qocha, teniendo datos de la altura mínima del dique.

Se tiene la curva altura -volumen. Para el diseño de la altura del dique.

c) Altura de la ola por viento

Fórmula empírica de Stevenson:

$$H_o = 0.76 + 0.34 * (F)^{1/2} - 0.26 * (F)^{1/4} \dots\dots\dots Ec. (17)$$

Donde:

F: FETCH en KM

Ho: altura de la ola en m.

d) Borde libre

Borde libre mínimo procedimiento combinado Knapen:

$$BI(\min) = 0.75 * H_o + (Vg)^2 / 2g \dots\dots\dots Ec. (18)$$

Donde:

Ho: altura de la ola según Stevenson

Vg (m/s): velocidad ola según Gaillard = 1.52 + 2Ho

e) Nivel de corona del dique

Es el nivel de la cortina al cual queda en el coronamiento de la presa, la cual nunca debe ser rebasado por el agua.

$$Corona = NAME + BL \dots\dots\dots Ec. (19)$$

f) Altura del dique

$$H = Cota\ de\ la\ corona + Cota\ de\ terreno \dots\dots\dots Ec. (20)$$

g) Ancho del dentellón

$$W = h - d \dots\dots\dots Ec. (21)$$

Donde:

W= ancho del fondo de la zanja del dentellón

H= carga hidráulica arriba de la superficie = NAME -cota del terreno

D= profundidad de la zanja del dentellón

h) Ancho de la corona

$$C_w = 0.4 * H + 1 \dots\dots\dots Ec. (22)$$

Donde:

C_w: ancho de la corona en m.

H: altura máxima del dique.

Posteriormente teniendo la altura del dique para la qocha se realiza mediante la tabulación de taludes recomendadas aguas arriba y agua abajo.

Figura 25

Taludes aguas arriba y aguas abajo

Altura(m)	Talud aguas arriba	Talud aguas abajo
<5	2 H : 1 V	1.5 H : 1 V
5 a 10	2.5 H : 1 V	2 H : 1 V
12 a 15	2.75 H : 1 V	2.5 H : 1 V
20 a 30	3 H : 1 V	2.5 H : 1 V

Fuente: Criterios para proyectos de presa y sus obras de Anejas (2015).

Como el dique de la qocha presenta una altura menor de 5.0 m adoptamos un ancho de corona y con taludes menos inclinados para reducir la erosión por lo que se realiza el cálculo de la estabilidad del dique de material homogéneo.

- **Estabilidad de talud**

Figura 26

Análisis de talud crítico y factor de seguridad

Condición de Carga Estática (sin sismo) (*)	Mínimo Factor de Seguridad	Talud Crítico a Analizar
Condición normal con flujo establecido y máximo nivel de agua en el embalse (NAMO).	1.5.	de Aguas Abajo
Desembalse rápido.	1.2 a 1.3 (b)	de Aguas Arriba
Al final de Construcción antes de llenado del reservorio.	1.25 a 1.3	de Aguas Arriba y Aguas Abajo

Fuente: Criterios para proyectos de presa y sus obras de Anejas (2015).

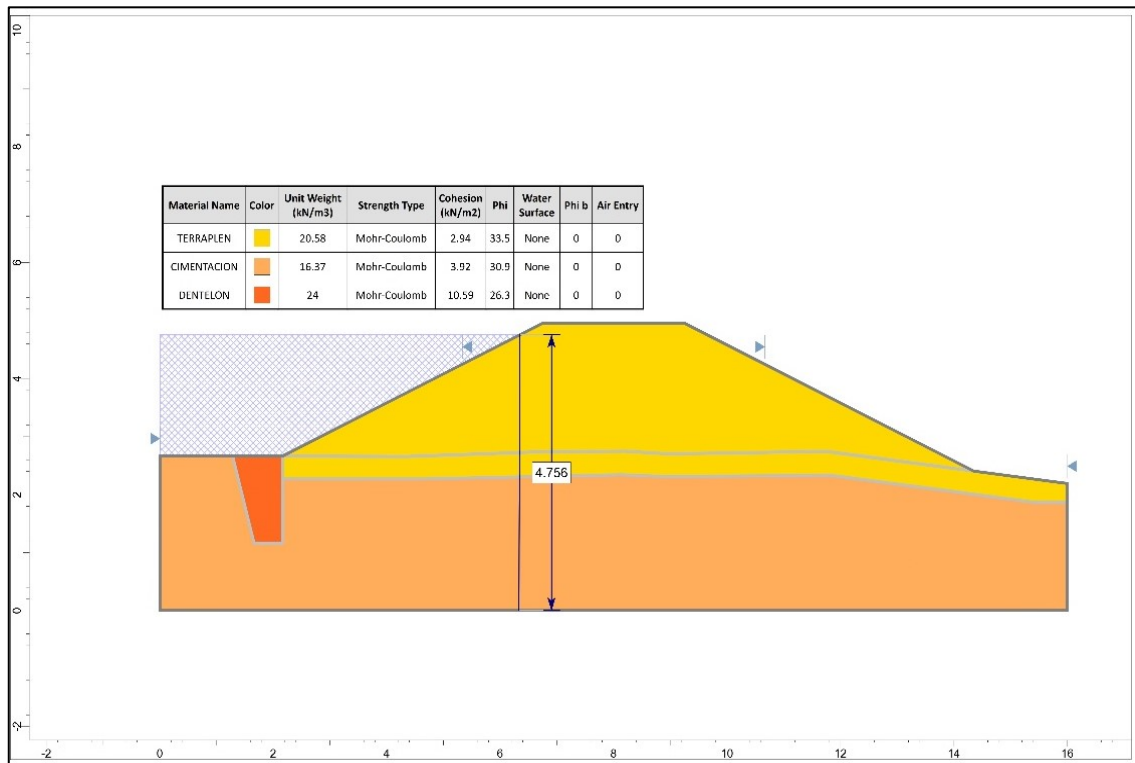
El factor de seguridad es la relación existente entre la fuerza resistentes al deslizamiento y las fuerzas actuantes para tal efecto; de igual forma en el caso de análisis por volteo: momentos resistentes entre momento actuantes. Además, el F.S debe de estar entre 1.5 – 2.0 para las condiciones estáticas.

$$FS_d = \frac{(Suma\ de\ fuerzas\ resistentes)}{(Suma\ de\ fuerzas\ actuantes)} \geq 1.5 - 2.0 \dots\dots\dots Ec. (23)$$

A continuación, se presenta el análisis del dique de tierra (Material Homogéneo), realizado en la Qocha de Chichicarachayocc.

Figura 27

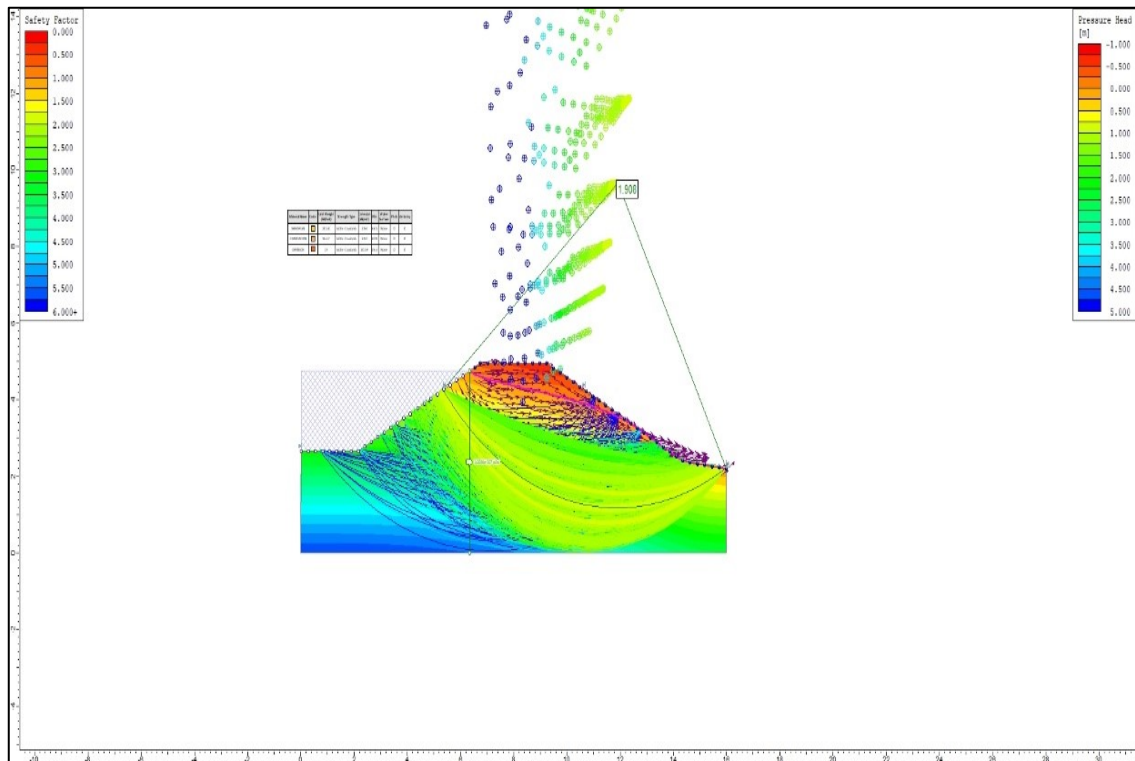
Análisis de estabilidad en la qocha Chichicarachayocc



Fuente: Elaboración propia, Slide.

Figura 28

Parámetros de entrada al software Slide de la qocha Chichicarachayocc.



Fuente: Elaboración propia, Slide.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

La obtención de datos es vital para conocer si los parámetros que se establecieron inicialmente en el cálculo de diseño del dique y el volumen de almacenamiento del dique se mantienen. Se tiene la obtención del vaso del dique de las cuales se tiene los parámetros geomorfológicos necesarios para el diseño del dique y el volumen útil.

3.1.1. Determinar el volumen de almacenamiento

Para el Sector de Atuna para la qocha de Chichicarachayocc se tuvo el área de la microcuenca y el perímetro.

Tabla 18

Geomorfología de la microcuenca

SECTOR	QOCHA	ÁREA		PERÍMETRO	
		(Ha)	(m)	(m)	(km)
Atuna	Chichicarachayocc	61.30	0.617	3,070.00	3.1

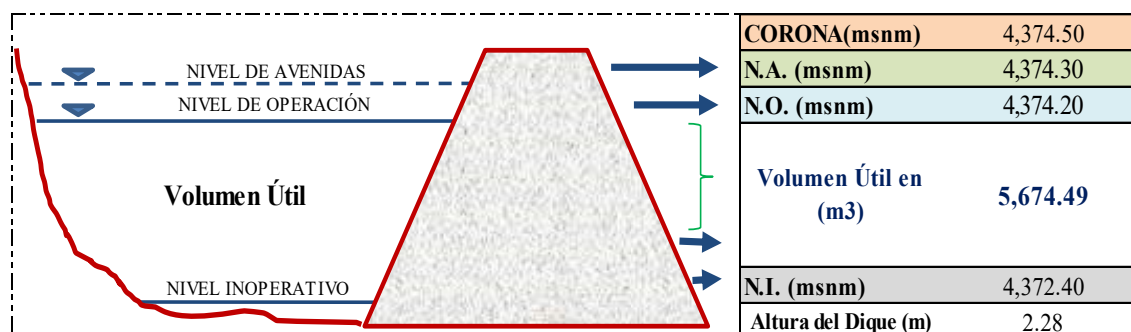
Fuente: Elaboración propia.

- **Se realiza la curva de volumen -altitud para el volumen útil de la presa**

Para el dique con una altura de 2.28 metros se tiene un volumen de almacenamiento útil de 5 674.49 m³ de agua.

Figura 29

Datos de dique para el nivel operativo



Se tiene la curva altura volumen para determinar el volumen de almacenamiento máximo en función a su área.

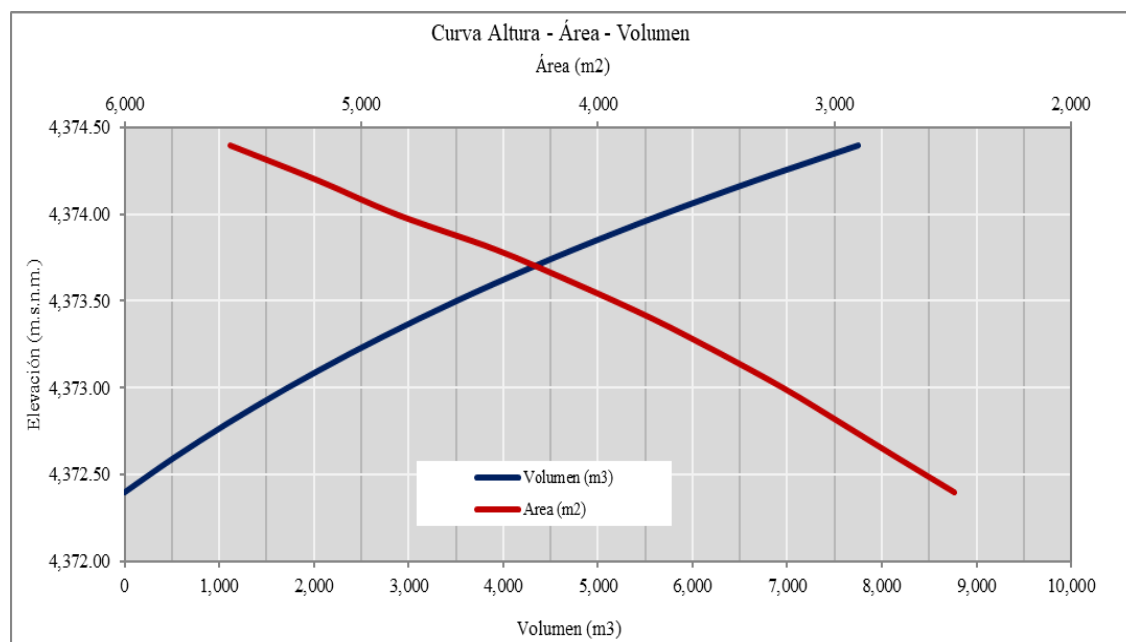
Tabla 19

Cálculo de incremento de volumen

Altitud (m.s.n.m)	Área de espejo de agua (m²)	Volumen			
		Parcial (m³)	Acumulado (m³)	Acumulado (mm³)	m*1000
4,372.40	2,493.57	0	0	0	0
4,372.60	2,735.72	522.93	522.93	0.001	0.523
4,372.80	2,973.62	570.93	1,093.86	0.001	1.094
4,373.00	3,215.30	618.89	1,712.76	0.002	1.713
4,373.20	3,483.60	669.89	2,382.65	0.002	2.383
4,373.40	3,769.11	725.27	3,107.92	0.003	3.108
4,373.60	4,090.07	785.92	3,893.83	0.004	3.894
4,373.80	4,434.20	852.43	4,746.26	0.005	4.746
4,374.00	4,848.08	928.23	5,674.49	0.006	5.674
4,374.20	5,188.19	1,003.63	6,678.12	0.007	6.678
4,374.40	5,555.86	1,074.40	7,752.52	0.008	7.753

Figura 30

Gráfico altura -volumen-área



- Se realiza el balance hídrico

Para un volumen útil se realizó el balance hídrico al 75%, para la qocha de Chichicarachayocc teniendo un total de 0.035 m3/s.

Tabla 20

Transferencia hidrológica

Transferencia hidrológica (P-A-Q)																
Área de la Subcuenca Mantaro con información:			12380.99	km2	Subcuenca: Mantaro					Altitud Media:				4417	msnm	
Datos			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Und
N° de dias/mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	dias
Q base (75%)- Subcuenca Mantaro			105.67	131.10	164.94	106.23	63.69	64.34	63.77	64.26	61.39	64.53	66.84	69.50	85.52	m3/s
P.P. Media - Subcuenca Mantaro			120.90	128.23	121.08	54.19	22.63	7.94	9.55	10.73	34.90	69.34	85.90	116.59	781.99	mm
Nro	Qocha	Area (km2)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Und
1	Chichicarachayoc	0.613	0.0052	0.0065	0.0082	0.0053	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0030	0.0032	0.0033	0.0034	0.05081	m3/s
Nro	Qocha	Area (Ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Und
1	Chichicarachayoc	61.3	14013.1	15703.2	21873.4	13632.9	8445.4	8257.2	8456.0	8521.2	7878.1	8557.8	8578.1	9216.6	133,132.72	m3

Tabla 21

Cálculo de la demanda de agua y cédula de cultivo

FACTORES			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
día/mes	AREA	AREA	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Area cult./mes (Has)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kc ponderado			0.86	1.00	0.76	0.39	0.55	0.89	1.07	1.05	0.80	0.37	0.55	0.78
Eto -diario		mm/día	4.31	3.95	3.74	3.32	2.75	3.12	3.16	3.76	4.47	5.05	5.18	4.00
Etc		mm/día	3.69	3.95	2.86	1.28	1.52	2.77	3.37	3.94	3.57	1.86	2.86	3.13
Etc		mm/mes	114.36	110.62	88.54	38.44	47.03	83.10	104.55	122.11	107.12	57.60	85.65	97.0
P. E.		mm/mes	102.70	110.14	100.11	39.70	14.80	2.70	2.70	4.34	23.60	48.36	64.42	97.2
Lamina Neta		mm/mes	11.66	0.48	0.00	0.00	32.23	80.40	101.85	117.77	83.52	9.24	21.23	0.00
Efic. Riego		%	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.0
Lámina bruta		mm/mes	38.87	1.61	0.00	0.00	107.43	268.00	339.49	392.57	278.40	30.80	70.78	0.00
Demanda		m3/Ha	388.71	16.12	0.00	0.00	1074.30	2680.04	3394.88	3925.66	2784.01	308.00	707.83	0.00
N° horas riego/ día		Hr	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.0
Demanda total		m3/mes	3887.12	161.20	0.00	0.00	10743.05	26800.38	33948.82	39256.55	27840.11	3079.97	7078.33	0.00
Demanda Q para 24hrs		MMC/mes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.00	0.01	0.00
Demanda Q para 24hrs		l/seg	1.45	0.07	0.00	0.00	4.01	10.34	12.68	14.66	10.74	1.15	2.73	0.00
Módulo de riego		l/s/Ha	0.15	0.01	0.00	0.00	0.40	1.03	1.27	1.47	1.07	0.11	0.27	0.00

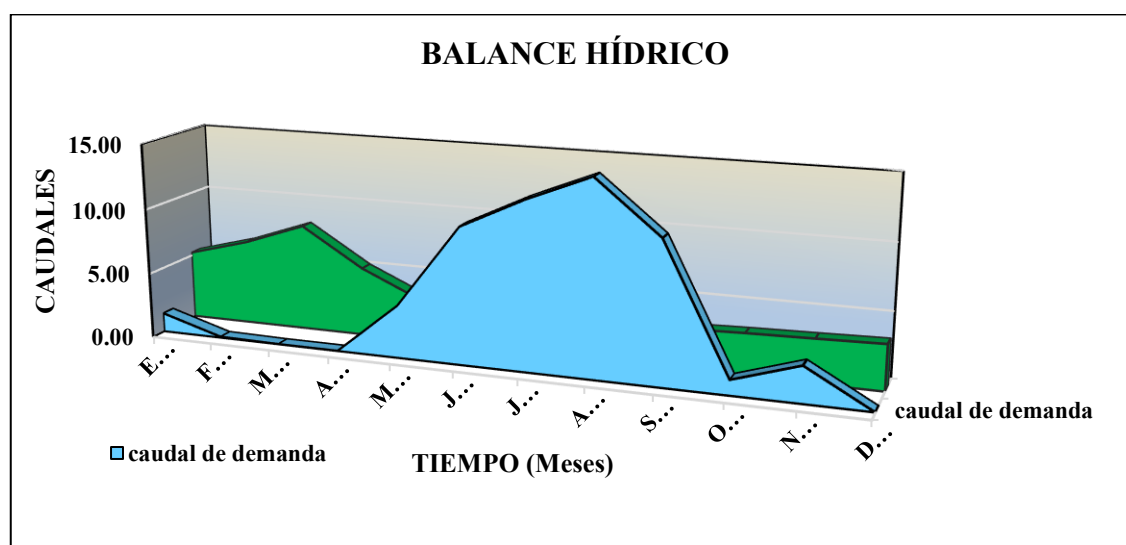
Tabla 22

Balance hídrico oferta – demanda de la qocha Chichicarachayocc

Balance hídrico Oferta - Demanda													
Descripción		Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
N° Horas de riego/día	Hr	12.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
caudal de demanda	Llt / s	1.45	0.07	0.00	0.00	4.01	10.34	12.68	14.66	10.74	1.15	2.73	0.00
oferta fuente	Llt / s	5.23	6.49	8.17	5.26	3.15	3.19	3.16	3.18	3.04	3.20	3.31	3.44
Balance: Oferta - Demanda	Llt / s	3.78	6.42	8.17	5.26	-0.86	-7.15	-9.52	-11.48	-7.70	2.05	0.58	3.44

Figura 31

Balance hídrico



- **Volumen de almacenamiento**

Se tiene el volumen de almacenamiento y el espejo con el área de recarga hídrica beneficiaria a 61.30 ha.

Tabla 23

Datos de volumen útil

Nombre de la Qocha	Área de Recarga Hídrica (ha)	Área de Espejo de Agua (m ²)	Volumen de Embalse (m ³)
Chichicarachayocc	61.30	4,848.08	5,674.49

3.1.2. *Calcular la estructura del dique para el aprovechamiento del recurso hídrico.*

Teniendo los datos necesarios topográficos de la corona y de del nivel de terreno se tiene el cálculo de la altura del dique. Se tiene los cálculos en el anexo 8.0 de diseño de dique.

Tabla 24

Altura del dique

CORONA (m.s.n.m.)	4374.50
N.A. (m.s.n.m.)	4374.30
N.O. (m.s.n.m.)	4374.20
N.T. (m.s.n.m.)	4,372.22
Altura del Dique (m) =	2.28

Se tiene los dimensionamientos del borde libre, base de aliviadero, altura de dique.

Tabla 25

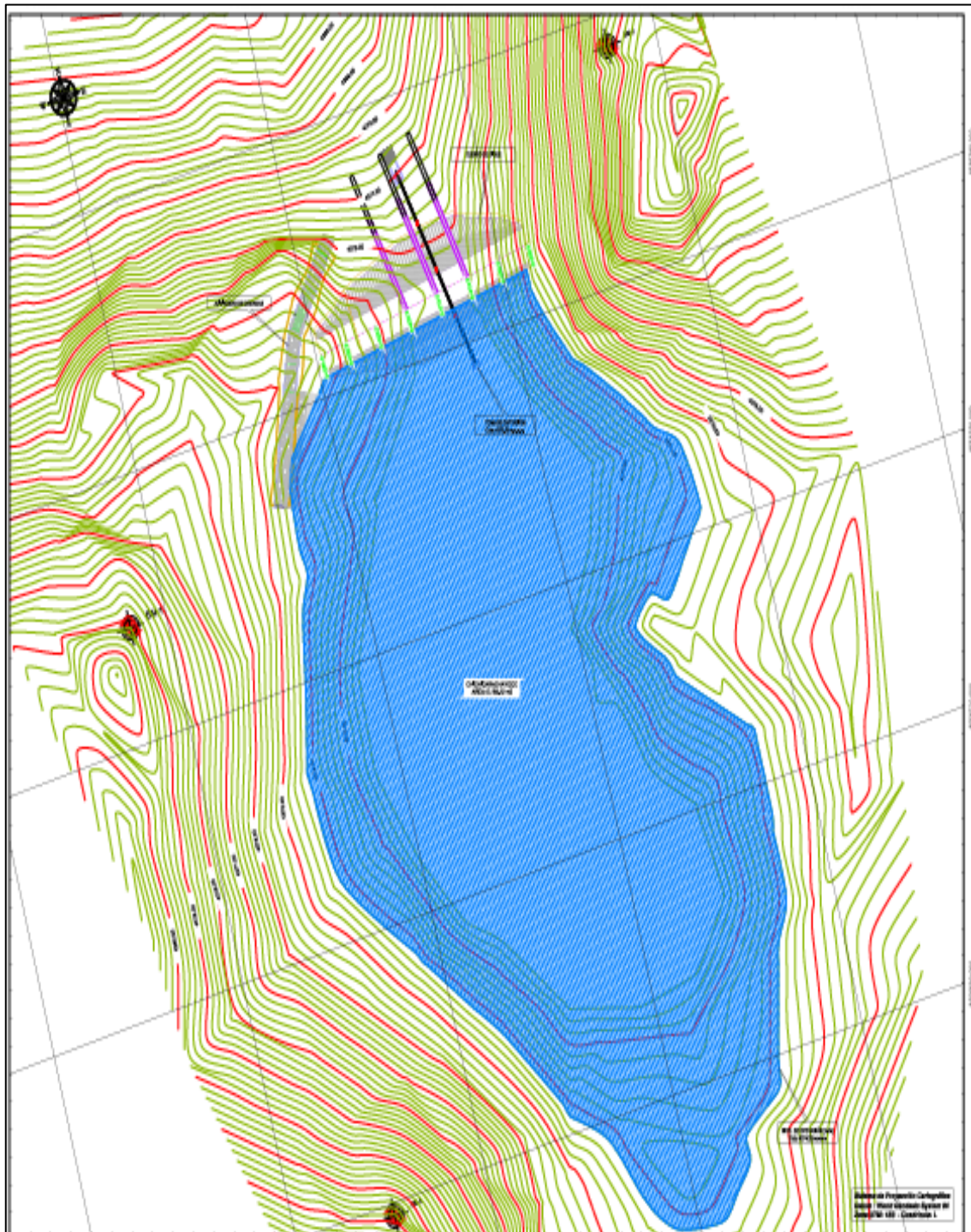
Dimensionamiento borde libre

COTA CORONA	ALTURA DIQUE	PROFUND. CIMENTAC.	FETCH
4,374.50	2.28	0.40	120.0 m

Se tiene la sección típica del dique en planta en planta y perfil.

Figura 32

Diseño en planta del vaso del dique



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33

Sección típica del dique en perfil

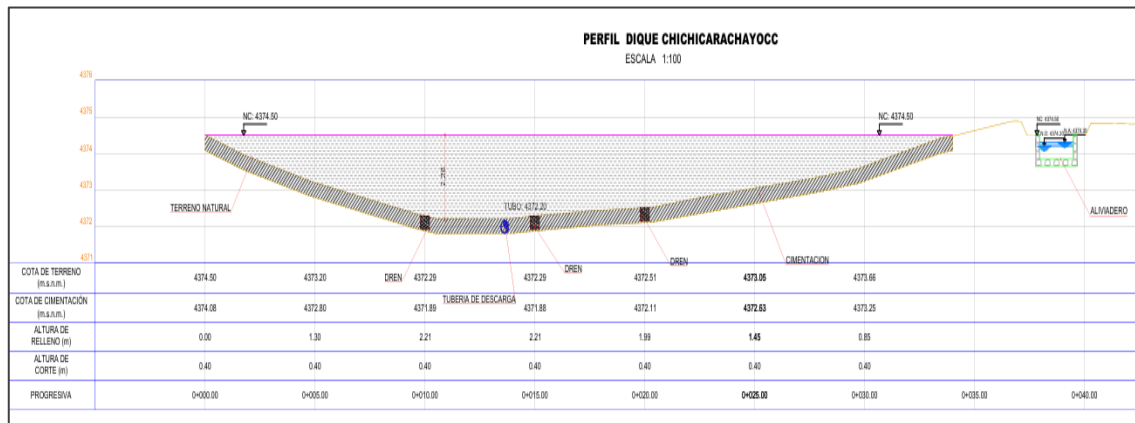
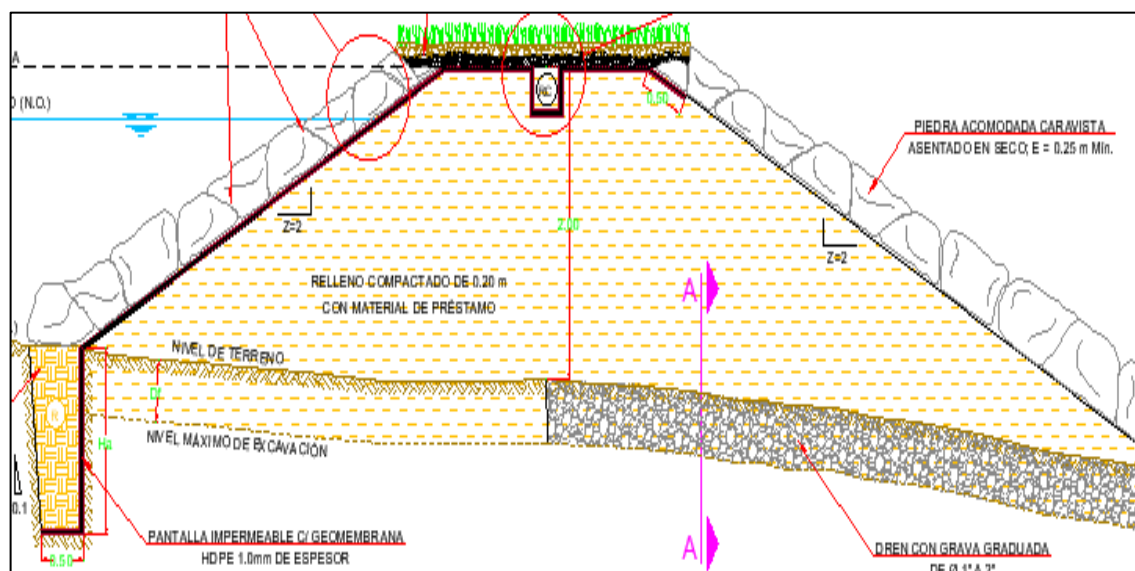


Figura 34

Detalles del dique.



3.2. Discusiones

1. El aprovechamiento del recurso hídrico mediante la construcción de una qocha en el sector de Atuna orientado a su utilización en irrigación, requiere la elaboración de los planos finales de diseño, asegurando que las dimensiones obtenidas a partir de los estudios y cálculos técnicos garanticen su estabilidad estructural. Esta iniciativa busca contribuir a la mitigación del problema de escasez hídrica en la región, validando la hipótesis de que la implementación de qochas permita almacenar y regular el agua para su posterior uso en la producción agrícola y el consumo doméstico del centro poblado de Atuna.

2. Diversos estudios respaldan la eficacia de este enfoque. Oyola y Espinoza (2018) sostienen que los sistemas de captación y almacenamiento mediante qochas, representan una estrategia efectiva para la agricultura en zonas bajas, ya que favorecen la infiltración y la recarga de los acuíferos bajo el principio de siembra y cosecha de agua. Asimismo, Ahedo y Sánchez (2003) destacan que la estabilidad de los diques de tierra y enrocamiento depende de un adecuado cálculo y dimensionamiento, así como de la selección apropiada de los materiales disponibles en la zona de construcción.
3. En este contexto, la presente investigación busca demostrar que el diseño y construcción de la qocha en Atuna, es una solución viable y sostenible para la gestión del recurso hídrico, asegurando su disponibilidad para las actividades agrícolas y domésticas de la comunidad.

CONCLUSIONES

1. La ejecución del levantamiento topográfico, permitió determinar con precisión el área de intervención del proyecto, estableciendo una altura máxima de 3 metros para el dique. Asimismo, el estudio hidrológico permitió caracterizar las condiciones climáticas e hídricas de la zona, determinando una oferta hídrica de 133,132.72 m³ y un caudal máximo de diseño de 0.785 m³/s.
2. El dimensionamiento estructural del dique, diseñada con material homogéneo, arrojó una longitud total de 34 metros, con un ancho de corona de 2.0 metros, un ancho de dentellón de 0.50 metros y una profundidad de cimentación de 0.40 metros. Además, se establecieron taludes de 2H:1V tanto aguas arriba como aguas abajo, garantizando la estabilidad de la estructura. El diseño propuesto del dique, en su mayor parte son materiales disponibles en la zona, como tierra, arcilla y piedra. Esto no solo reduce los gastos asociados a la adquisición y transporte de materiales, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proyecto al aprovechar recursos locales. De este modo, la implementación de la qocha en el sector de Atuna, se presenta como una solución viable y eficiente para el almacenamiento y aprovechamiento del recurso hídrico, beneficiando tanto a la actividad agrícola como al abastecimiento doméstico de la comunidad.

RECOMENDACIONES

- En el estudio hidrológico, es importante obtener el caudal máximo para diseñar el aliviadero de demasías, ya que un mal diseño dará como consecuencia un rebalse del agua y afectará a la estructura del dique.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aceros Arequipa. (2024). Consideraciones para hacer un buen replanteo de nivel. Construyendo seguro. <https://www.construyendoseguro.com/consideraciones-para-hacer-un-buen-replanteo-de-nivel/>
- Ahedo, A. (2003). Estabilidad de taludes en presas de tierra y enrocamiento. [Tesis para título profesional] Instituto politécnico nacional, México. <https://www.docsity.com/es/estabilidad-de-taludes-en-presas-de-tierra-y-enrocamiento/5237872/>
- Ccencho, D. C. (2019). *Optimización del recurso hídrico mediante el diseño de captación superficial en la comunidad de Millpo, Ayacucho* [Título profesional, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio institucional de UPLA. https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1283/T037_48037012_T.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chávez, L. y Ilerena, C. (2015). *Inventario De Tecnologías Agrícolas Tradicionales Y Modernas De Adaptación Al Cambio Climático En La Zona Andina Del Perú*. [Título profesional, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2173/P40-C512-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Contreras, W. (2015). *TRAZADO Y REPLANTEO EN OBRAS*. SCRIBD. <https://es.scribd.com/doc/265829599/TRAZADO-Y-REPLANTEO-pdf>
- Cuadros, Y. (2022). *Aplicación De Programa Qochas De Siembra Y Cosecha De Agua Y Su Influencia En La Disponibilidad Hidrica En Su Fuente Natural En La Provincia De Angaraes Huancavelica 2019* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9345/T010_20058510_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dinagua, A. (2011), Diseño de las obras necesarias, aliviadero manual de diseño y construcción de pequeñas presas. https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Manual%20Pequenas%20Presas%20V1-v1_01.pdf

- Espinoza, R. y Oyola, M. (2019). Diseño de un sistema de Captación y almacenamiento - caso cosecha agua para su aprovechamiento-Garbanzal-Tumbes-2018. [Tesis para título profesional]. Universidad Nacional de Tumbes, Perú. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/1059>
- Gil, J. y Orosco, J. (2016). Diseño de la rehabilitación del dique del río cauca entre el km18+ 925a km19+ 025empleando cuatro materiales disponibles en la ciudad de Cali. (proyecto de grado). Pontificia universidad Javeriana, Colombia.
- León, L. M. (2016). *Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales* [Título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de Tesis PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7603/LEON_LUIS_SOSTENIBLE_RECURSOS_HIDRICOS_PLUVIALES.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Linsley, R. E. y franzini, J. B. (1972). *Ingeniería De Los Recursos Hidráulicos*. COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL S.A. https://drive.google.com/file/d/13mAJBsjA-Cur6OFz9gi_ccbT7Y7NK7_t/view
- Martinez, C. (2019), Memoria de cálculo y diseño de presas. [Tesis para título profesional] Universidad de México. <https://es.scribd.com/document/439086640/Memoria-de-Calculo-y-Diseno>
- MINAGRI. (2016). Rumbo a un programa nacional de siembra y cosecha de agua. Aportes reflexiones desde la práctica. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/publicaciones-recientes/libro-siembra-cosecha.pdf
- MINAGRI. (2019). Rumbo a un programa nacional de siembra y cosecha de agua. Aportes reflexiones desde la práctica. <https://www.minagri.gob.pe/portal/libro-siembra-y-cosecha>
- PACC PERÚ. (2015). *Siembra y cosecha de agua*. FONCODES. https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf
- Polimón, J. (2008). Criterios para proyectos de presas y sus obras anejas (1 tomo). España: CNEGP. https://www.spancold.org/wp-content/uploads/2020/07/GT_02_2-Criterios_para_Proyectos_de_Presas_y_sus_Obras_Anejas_PPMMS.pdf
- Ramos, D. (2015). Presas de tierra. [Tesis para título profesional, UNI]. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. <https://ribuni.uni.edu.pe/2367/1/80910.pdf>

- Reclamation, B. (1970). *Diseño de pequeñas presas* (3 ed). Madrid: MBH.
<https://es.scribd.com/doc/306079104/Diseno-de-Pequeñas-Presas-BUREAU>
- Sanga, D. A. (2019). *Cambio climático*. CONCYTEC.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UASF_474aec21496bab712d58a17283154bcd#details
- Silvera, R. N.- y Mancilla, H. L. (2019, abril 15). *Las cosechas de agua e impacto socioeconómico en la Comunidad de Sispascancha Alta del Distrito de Colquepata Provincia de Paucartambo - 2017* [Título profesional, Universidad Peruana Austral del Cusco]. RENATI.
<http://repositorio.uaustral.edu.pe/handle/UAUSTRAL/39>
- UNESCO. (2017). *Conocimientos locales, objetivos globales*. UNESCO biblioteca digital.
https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000259599_spa&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_448f59e9-9310-4d7b-aaf6-986547a26c20%3F_%3D259599spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/4822
- Veintimilla, C. R. (2014). *Los saberes locales y el conocimiento tradicional en el proceso de conservación del bosque local en la comunidad de padre cocha – Rio Nanay - Punchana – Maynas - Loreto – Peru - 2014* [Título profesional, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana]. Repositorio institucional de UNAP.
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3413/Claudia_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=yWIKIPEDIA. (n.d.). *Nivel topográfico*. https://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_topogr%C3%A1fico
- Zevallos, B. y Mendoza, A. (2018). *Comprensión Técnico Espiritual De La Siembra Y Cosecha De Agua*. Cumbre Internacional del Agua.
<https://cumbredelagua.com/wp-content/uploads/2020/11/Siembra-y-cosecha-de-agua-Huancavelica.pdf>

ANEXOS

1. UBICACIÓN DE LA QOCHA EN ESTUDIO



PERU



DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA



PROVINCIA DE ANGARAES

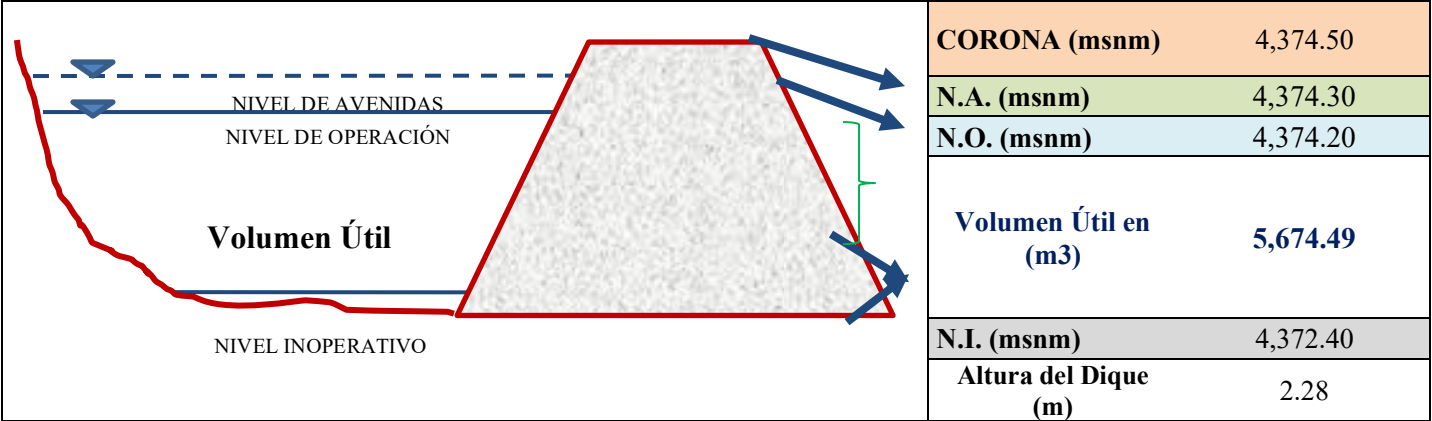
2. PANEL FOTOGRÁFICO

Ubicación del baso de la qocha

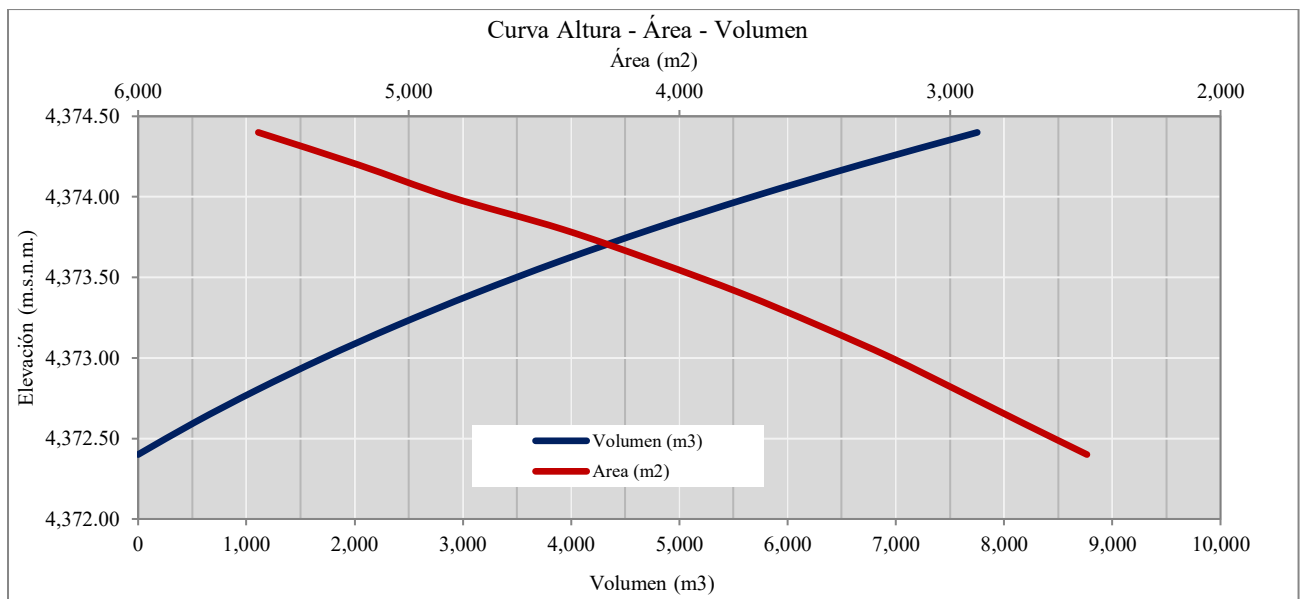


3. CURVA DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE

CURVA DE ALMACENAMIENTO DEL EMBALSE	
ATUNA	
$Vol = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) * H$	Vol = Volumen parcial (m3) A ₁ = Área del espejo de agua inicial (m2) A ₂ = Área del espejo de agua siguiente (m2) H = Diferencia de altura entre 2 espejos de agua (m)



ALTITUD (m.s.n.m)	ÁREA DE ESPEJO DE AGUA (M2)	VOLUMEN			
		PARCIAL (M3)	ACUMULADO (M3)	ACUMULADO (MM3)	M*1000
4,372.40	2,493.57	0.00	0.00	0.000	0.000
4,372.60	2,735.72	522.93	522.93	0.001	0.523
4,372.80	2,973.62	570.93	1,093.86	0.001	1.094
4,373.00	3,215.30	618.89	1,712.76	0.002	1.713
4,373.20	3,483.60	669.89	2,382.65	0.002	2.383
4,373.40	3,769.11	725.27	3,107.92	0.003	3.108
4,373.60	4,090.07	785.92	3,893.83	0.004	3.894
4,373.80	4,434.20	852.43	4,746.26	0.005	4.746
4,374.00	4,848.08	928.23	5,674.49	0.006	5.674
4,374.20	5,188.19	1,003.63	6,678.12	0.007	6.678
4,374.40	5,555.86	1,074.40	7,752.52	0.008	7.753



4. OFERTA HÍDRICA

SERIE DE CAUDALES PROPIOS EN REGIMEN NATURAL EN (M3/S)

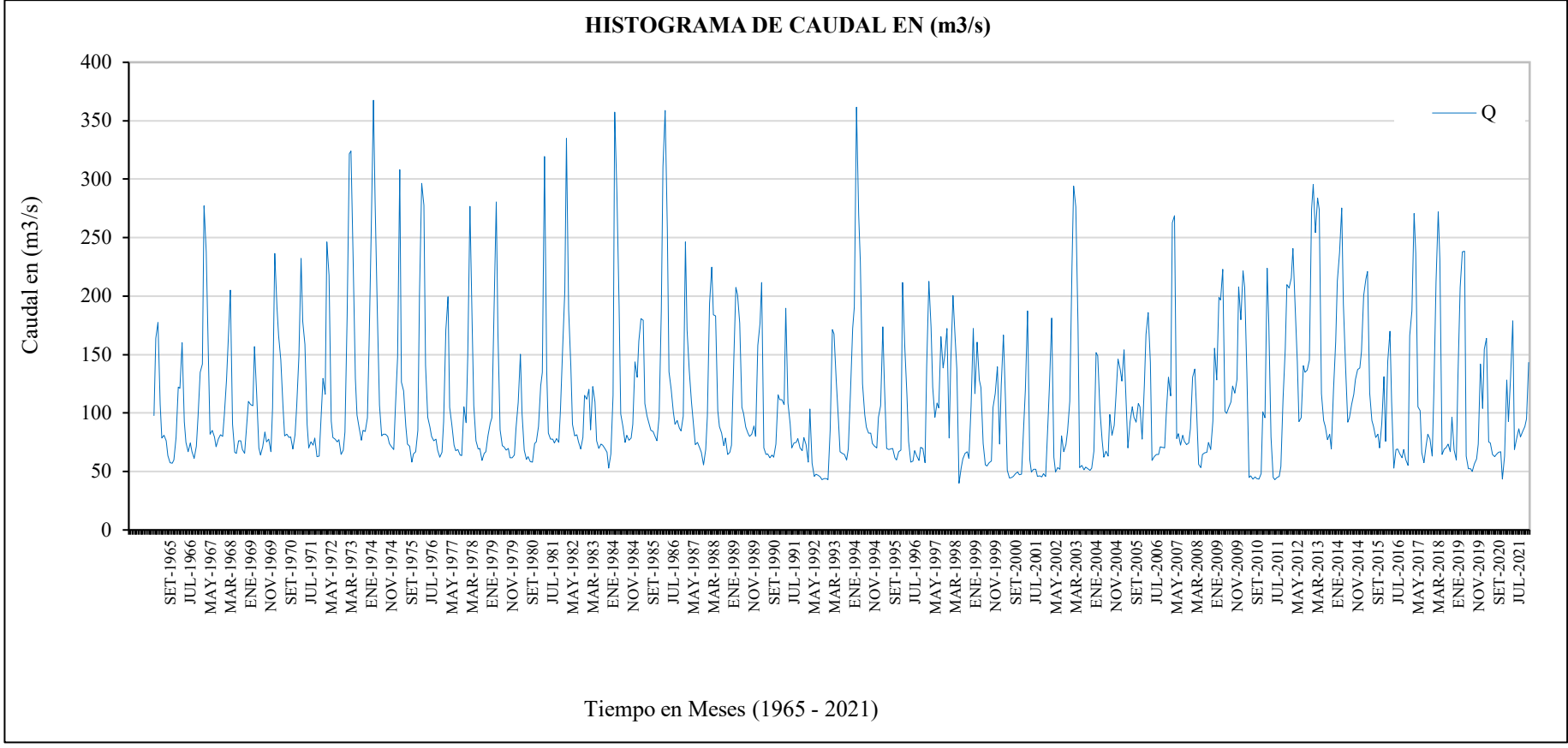
Puente Breña Corregido; periodo de análisis: 1965 - 2021

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1965	97.8	163.9	177.2	107.8	78.5	81.1	76.1	63.5	57.7	57.0	60.0	79.2	91.7
1966	122.4	121.1	160.2	92.6	75.1	66.8	74.4	66.8	61.2	71.6	96.6	135.0	95.3
1967	141.7	277.3	238.1	146.9	81.7	85.2	79.6	71.3	77.8	81.5	80.0	98.5	121.6
1968	128.1	171.5	205.1	90.5	66.6	65.6	76.2	76.1	68.9	65.7	90.6	110.1	101.3
1969	107.0	106.3	156.8	116.0	70.3	64.2	71.3	83.8	75.5	77.8	67.0	104.5	91.7
1970	236.7	190.5	166.2	145.5	106.0	80.7	81.7	79.3	79.7	69.1	81.3	105.7	118.5
1971	148.6	232.4	178.5	158.8	90.3	70.3	75.4	72.4	78.7	62.6	63.3	91.6	110.3
1972	129.7	116.2	246.5	217.8	93.3	79.2	77.6	75.5	77.3	64.6	68.2	83.6	110.8
1973	182.7	321.9	324.2	230.6	129.8	98.2	87.3	76.6	85.3	84.2	95.9	158.5	156.3
1974	257.7	367.5	281.3	187.9	106.6	80.7	82.0	81.7	80.0	74.0	71.0	68.9	144.9
1975	104.3	147.6	308.1	126.4	119.0	88.8	73.4	71.6	58.0	64.9	66.7	85.3	109.5
1976	203.0	296.3	277.8	141.0	96.6	88.0	80.1	76.1	77.6	68.5	62.1	66.4	127.8
1977	92.7	170.9	199.6	104.6	89.9	72.6	68.0	68.7	63.9	63.8	105.3	91.7	99.3
1978	148.7	276.6	176.5	106.2	76.4	69.2	69.5	59.6	65.6	67.0	81.1	91.5	107.3
1979	96.1	189.8	280.8	169.1	85.9	71.9	71.0	68.5	69.6	61.9	61.9	64.0	107.6
1980	87.1	109.2	150.5	99.6	68.1	60.3	62.5	58.4	58.0	73.8	75.2	88.7	82.6
1981	123.0	134.7	319.3	135.7	82.7	77.8	77.5	74.5	78.2	74.7	101.8	154.4	119.5
1982	204.7	334.8	188.3	140.0	90.2	80.7	81.5	75.2	69.4	79.3	115.1	111.9	130.9
1983	120.4	85.7	122.7	109.5	76.5	69.9	73.6	72.6	69.5	66.3	52.7	65.0	82.0
1984	115.1	357.6	288.5	191.8	99.4	88.3	74.7	81.0	76.9	78.5	90.5	143.8	140.5
1985	130.8	161.4	180.9	179.3	108.3	97.5	90.3	85.3	84.1	79.7	76.5	96.8	114.2
1986	187.3	310.6	358.9	257.4	135.4	120.4	100.8	90.5	93.4	87.1	84.6	97.5	160.3
1987	246.4	170.9	136.1	109.7	88.3	73.0	74.7	70.3	66.3	55.5	68.8	97.5	104.8
1988	194.0	224.8	183.8	183.3	102.1	88.4	82.7	71.9	78.5	64.5	66.4	72.6	117.7
1989	141.7	207.6	201.6	177.1	104.9	99.6	88.1	82.8	80.0	81.7	88.8	79.9	119.5
1990	157.8	176.7	211.8	70.2	64.5	65.2	61.7	64.2	62.2	73.6	115.7	111.3	102.9
1991	111.3	107.0	189.7	108.8	90.8	70.3	74.3	75.1	78.2	70.3	67.8	79.3	93.6
1992	73.0	57.9	103.5	56.9	45.7	47.5	46.6	45.3	42.9	43.8	43.8	43.1	54.2
1993	85.5	171.4	167.7	128.1	94.4	66.7	65.4	64.5	59.8	69.4	117.6	172.5	105.3
1994	190.7	361.5	269.3	229.4	124.8	98.9	88.1	82.7	82.8	73.8	71.7	70.1	145.3
1995	96.4	106.4	173.7	123.0	69.9	68.7	69.1	69.9	61.7	59.8	67.1	68.1	86.2
1996	211.7	157.4	115.3	75.8	58.0	58.9	67.7	63.4	59.3	70.8	69.6	57.4	88.8
1997	140.2	212.8	173.2	122.4	96.2	108.7	104.3	165.2	138.7	149.3	172.5	78.4	138.5
1998	144.4	200.5	163.3	137.5	40.0	53.1	60.9	65.5	67.1	61.3	106.2	172.3	106.0
1999	116.6	160.7	128.5	121.7	73.8	55.6	54.9	57.7	59.0	104.7	116.7	139.6	99.1
2000	73.3	124.2	166.9	107.4	51.2	44.5	44.8	45.7	48.2	49.6	47.4	47.7	70.9
2001	89.6	120.0	187.4	60.5	49.7	52.1	51.9	46.0	46.5	45.2	48.4	45.9	70.3
2002	90.0	124.7	181.4	62.1	49.5	53.4	51.8	80.6	67.0	72.9	84.9	110.1	85.7
2003	224.6	294.0	276.4	175.3	53.3	55.4	51.2	53.7	52.2	51.1	53.0	67.5	117.3
2004	151.8	149.1	102.7	76.6	62.1	67.3	63.2	98.7	80.9	89.2	112.8	146.1	100.0
2005	137.4	127.5	154.1	106.3	70.4	92.7	105.5	96.3	92.4	108.3	105.5	77.7	106.2
2006	123.5	167.2	186.1	143.5	59.4	62.5	64.4	64.3	71.2	70.6	70.1	99.9	98.6
2007	130.7	114.9	262.7	269.0	78.2	82.3	72.3	80.8	76.0	72.9	74.3	86.8	116.7
2008	130.6	137.8	105.7	55.9	53.4	64.8	66.1	66.6	74.8	68.7	93.1	155.4	89.4
2009	128.3	198.9	196.7	223.1	101.6	99.8	105.0	109.3	123.0	117.0	128.9	207.7	144.9
2010	179.8	221.6	207.4	133.8	45.0	46.5	43.5	45.3	44.2	43.4	47.9	101.3	96.6
2011	96.1	223.7	176.1	79.8	45.1	42.8	44.7	45.9	54.1	112.2	154.9	209.7	107.1
2012	206.9	215.7	240.5	191.5	143.6	92.5	95.9	140.4	135.0	136.5	145.2	273.9	168.1

2013	295.6	254.2	283.7	274.1	116.6	93.7	88.3	77.1	81.8	69.0	120.1	161.1	159.6
2014	213.0	237.1	275.5	193.3	139.6	92.2	95.9	107.2	116.2	128.9	137.2	138.6	156.2
2015	152.7	200.2	214.4	221.1	116.8	93.7	88.5	79.1	82.1	70.3	90.7	131.3	128.4
2016	75.6	144.7	169.8	109.8	53.1	68.6	69.3	65.2	61.5	69.0	59.8	55.3	83.5
2017	166.3	187.2	270.7	236.7	105.3	102.1	66.0	57.7	72.4	81.8	77.8	63.3	123.9
2018	116.9	212.1	272.0	231.5	64.4	69.3	70.4	73.2	67.1	96.2	68.4	59.8	116.8
2019	132.1	207.4	237.9	238.2	63.0	52.3	52.4	50.1	56.7	60.8	73.3	141.7	113.8
2020	103.8	154.7	163.7	75.5	74.3	64.5	62.7	64.4	66.2	67.1	43.6	63.1	83.6
2021	128.3	92.6	131.2	179.1	68.6	78.1	86.7	79.8	84.2	88.3	95.1	143.3	104.6

MEDIA	144.2	190.7	204.7	146.4	83.2	75.1	73.4	74.3	73.6	75.8	85.1	105.6	111.0
AL 75%	105.7	131.1	164.9	106.2	63.7	64.3	63.8	64.3	61.4	64.5	66.8	69.5	94.5
AL 95%	75.4	91.9	105.5	60.1	45.1	46.3	44.8	45.7	46.2	45.0	47.0	47.5	70.8
DES. EST.	50.5	74.4	61.5	58.7	26.0	17.6	15.4	20.7	19.2	21.3	28.4	45.9	24.3
MÁX.	295.6	367.5	358.9	274.1	143.6	120.4	105.5	165.2	138.7	149.3	172.5	273.9	168.1
MÍN.	73.0	57.9	102.7	55.9	40.0	42.8	43.5	45.3	42.9	43.4	43.6	43.1	54.2

5. HISTOGRAMA DE CAUDAL EN M3/S



6. HISTOGRAMA DE CAUDAL EN M3/S

TRANSFERENCIA HIDROLÓGICA (P-A-Q)

Área de la Subcuenca Mantaro con información:				12381	km2	Subcuenca: Mantaro				Altitud Media:			4417	msnm	
Datos		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Und
N° de días/mes		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	días
Q base (75%)		105.67	131.10	164.94	106.23	63.69	64.34	63.77	64.26	61.39	64.53	66.84	69.50	85.52	m3/s
Q base al (95%)		75.37	91.88	105.51	60.14	45.09	46.28	44.82	45.65	46.22	45.05	47.00	47.53	58.38	m3/s
P.P. Media - Subcuenca Mantaro		120.90	128.23	121.08	54.19	22.63	7.94	9.55	10.73	34.90	69.34	85.90	116.59	781.99	mm

Nro	Qocha	Area (km2)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Und
1	Chichicarachayoq	0.613	0.005	0.006	0.008	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.051	m3/s

Nro	Qocha	Area (km2)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Und
1	Chichicarachayoq	0.613	0.004	0.005	0.005	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.035	m3/s

Nro	Nombre de la Qocha	Área de Recarga Hídrica (ha)	Área de Espejo de Agua (m2)	Volumen de Embalse (m3)	Oferta Hídrica Anual (m3)
1	Chichicarachayoq	61.30	4,848.08	5,674.49	133,132.72

Oferta Hídrica Total Anual					133,132.72
----------------------------	--	--	--	--	------------

7. CEDULA DE CULTIVO

CEDULA DE CULTIVO

FACTORES			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
día/mes	AREA	AREA	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Area cult./mes (Has)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kc ponderado			0.86	1.00	0.76	0.39	0.55	0.89	1.07	1.05	0.80	0.37	0.55	0.78
Eto -diario		mm/día	4.31	3.95	3.74	3.32	2.75	3.12	3.16	3.76	4.47	5.05	5.18	4.00
Etc		mm/día	3.69	3.95	2.86	1.28	1.52	2.77	3.37	3.94	3.57	1.86	2.86	3.13
Etc		mm/mes	114.36	110.62	88.54	38.44	47.03	83.10	104.55	122.11	107.12	57.60	85.65	97.08
P. E.		mm/mes	102.70	110.14	100.11	39.70	14.80	2.70	2.70	4.34	23.60	48.36	64.42	97.20
Lamina Neta		mm/mes	11.66	0.48	0.00	0.00	32.23	80.40	101.85	117.77	83.52	9.24	21.23	0.00
Efic. Riego		%	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Lámina bruta		mm/mes	38.87	1.61	0.00	0.00	107.43	268.00	339.49	392.57	278.40	30.80	70.78	0.00
Demanda		m3/Ha	388.71	16.12	0.00	0.00	1074.30	2680.04	3394.88	3925.66	2784.01	308.00	707.83	0.00
N° horas riego/ día		Hr	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Demanda total		m3/mes	3887.12	161.20	0.00	0.00	10743.05	26800.38	33948.82	39256.55	27840.11	3079.97	7078.33	0.00
Demanda Q para 24hrs		MMC/mes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.00	0.01	0.00
Demanda Q para 24hrs		l/seg	1.45	0.07	0.00	0.00	4.01	10.34	12.68	14.66	10.74	1.15	2.73	0.00
Módulo de riego		l/s/Ha	0.15	0.01	0.00	0.00	0.40	1.03	1.27	1.47	1.07	0.11	0.27	0.00

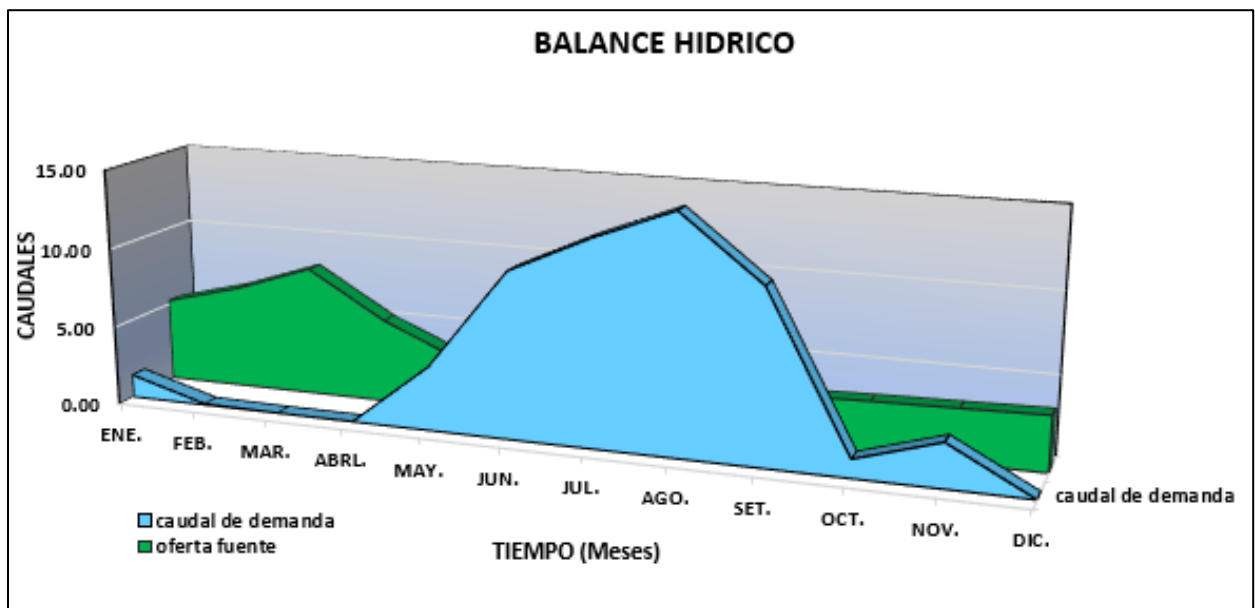
8. BALANCE HIDRICO: (OFERTA - DEMANDA)

BALANCE HIDRICO: (OFERTA - DEMANDA)

DESCRIPCION		ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
Nº Horas de riego/día	Hr	12.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Caudal de demanda	Llt / s	1.45	0.07	0.00	0.00	4.01	10.34	12.68	14.66	10.74	1.15	2.73	0.00
Oferta fuente	Llt / s	5.23	6.49	8.17	5.26	3.15	3.19	3.16	3.18	3.04	3.20	3.31	3.44
BALANCE: OFE-DEM	Llt / s	3.78	6.42	8.17	5.26	-0.86	-7.15	-9.52	-11.48	-7.70	2.05	0.58	3.44

(+) SUPERAVIT

(-) DEFICIT



**9. PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS E
HISTOGRAMA DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24
HR ESTACIONES ACOBAMBA Y LIRCAY**

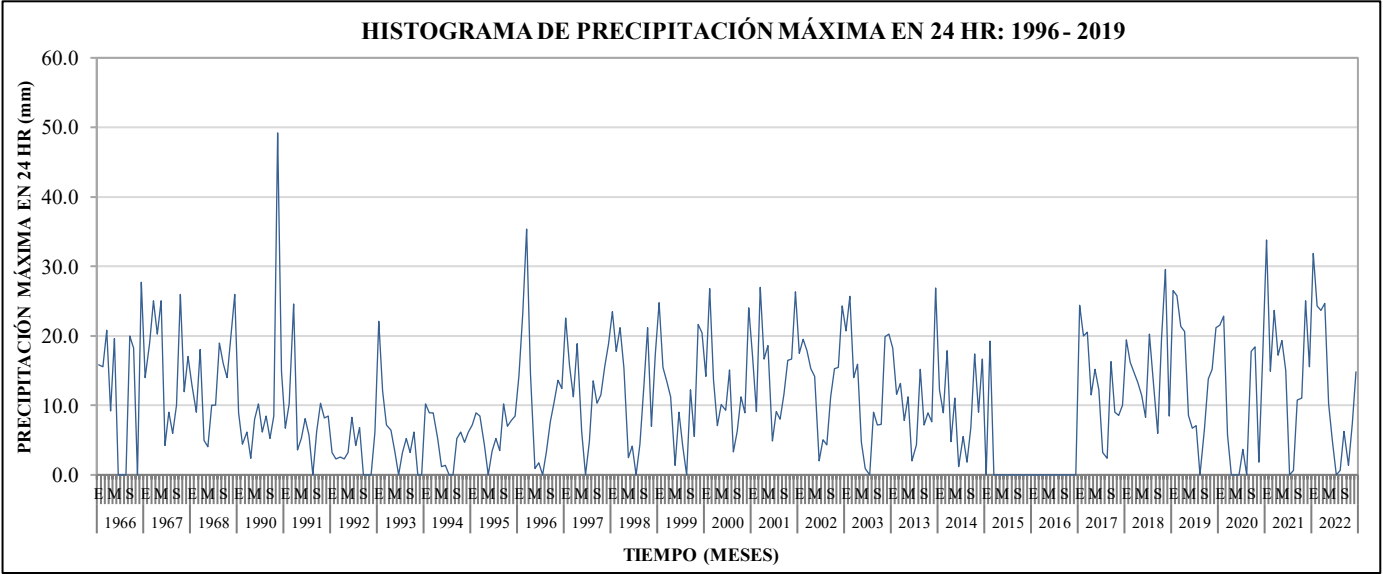
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)

ESTACIÓN:	ACOBAMBA	DEPARTAMENTO:	HUANCAMELICA	LATITUD :	12°50'37" S
CUENCA :	MANTARIO	PROVINCIA :	ACOBAMBA	LONGITUD :	74°33'41.8" W
CODIGO :		DISTRITO :	ACOBAMBA	ALTITUD :	3399.0

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX
1966	15.8	15.6	20.8	9.2	19.6	0.0	0.0	0.0	20.0	18.2		27.7	27.7
1967	14.0	19.0	25.0	20.3	25.0	4.2	9.0	6.0	10.0	26.0	12.0	17.0	26.0
1968	13.0	9.0	18.0	5.0	4.0	10.0	10.0	19.0	16.0	14.0	20.0	26.0	26.0
1969		0.0	0.0	12.6	4.2	2.0	8.2	6.2	38.2	41.0	26.0	13.0	
1970	36.2	15.0	12.2	8.2	10.4	1.2	10.0	6.2	7.2	9.7	10.0	13.8	
1971	17.9	14.3	15.4	7.1	6.1	4.5	8.6	1.2	3.8	12.5	12.5	9.0	
1972	29.4	8.2	19.6	10.2	0.9	6.8	10.7	0.5	9.0	9.0	17.4	11.5	
1973	25.4	22.6	19.4	9.6	4.9	8.8	5.3	6.2	7.4	17.2	16.3	23.6	
1974	19.5	15.9	14.8	15.3	2.4	14.6	0.0	16.7	10.2	14.5	12.3	11.5	
1975	17.5	13.3	18.2	26.8	15.3	3.1	4.6	10.2	15.2	22.6	11.2	17.2	
1976	27.5	25.6	18.0	13.7	20.5	13.5	7.0	4.4	18.7	2.5	17.0	22.6	
1977	17.6	27.4	33.8	5.0	12.2	0.0	1.6	3.6	17.8	7.8	25.8	18.4	
1978	15.4	17.8	12.6	17.8	3.0	5.4	4.0	2.4	13.8	13.6	15.2	8.8	
1979	11.4	12.8	17.2	8.8	8.6	0.0	10.8	7.8	10.4	17.2	13.6	13.6	
1980	17.6	17.4		0.0	12.5	1.4	2.5	7.6	12.2	16.3	9.3	13.9	
1981	17.4	22.6	22.2	6.5	9.4	3.8	0.0	6.3	14.2	14.4	14.4	14.4	
1982	16.9	20.8	18.4	10.4	0.0	1.4	0.0	3.4	3.8	5.2	0.0		
1983													
1984			15.0	11.3	13.6								
1985													
1986													
1987			21.3	20.3	10.8	7.1	10.2	8.5	7.6	11.6	13.9	24.7	
1988	30.2	19.2	18.2	15.2	18.2	0.0	0.0	0.0	5.5	15.0	7.6	7.1	
1989	7.8	8.9	7.1	4.2	6.6	6.7	0.0	8.2	3.2	6.6	6.2	2.2	
1990	8.9	4.4	6.2	2.4	8.0	10.2	6.2	8.5	5.2	8.5	49.2	14.9	49.2
1991	6.7	10.2	24.6	3.6	5.2	8.1	5.7	0.0	6.3	10.3	8.2	8.5	24.6
1992	3.2	2.3	2.6	2.3	3.2	8.3	4.2	6.8				6.2	8.3
1993	22.1	12.1	7.2	6.4	3.4	0.0	3.2	5.2	3.2	6.2			22.1
1994	10.2	8.9	8.9	5.2	1.2	1.4	0.0	0.0	5.2	6.2	4.7	6.2	10.2
1995	7.2	8.9	8.5	4.3	0.0	3.4	5.2	3.5	10.2	7.0	7.8	8.5	10.2
1996	14.3	23.3	35.4	14.5	0.9	1.7	0.0	3.4	7.6	10.5	13.6	12.4	35.4
1997	22.6	15.7	11.2	18.9	6.3	0.0	4.8	13.5	10.3	11.5	15.6	18.9	22.6
1998	23.5	17.8	21.2	15.4	2.5	4.1	0.0	4.4	12.5	21.2	7.0	17.3	23.5
1999	24.8	15.5	13.4	11.2	1.4	9.0	4.0	0.0	12.2	5.5	21.6	20.4	24.8
2000	14.2	26.8	13.6	7.1	10.1	9.3	15.1	3.3	6.3	11.2	8.9	24.0	26.8
2001	17.0	9.1	27.0	16.7	18.6	4.9	9.1	8.0	11.6	16.5	16.7	26.3	27.0
2002	17.5	19.5	17.9	15.3	14.2	2.0	5.1	4.3	11.2	15.3	15.5	24.3	24.3
2003	20.7	25.7	14.0	15.9	4.7	0.9	0.0	9.0	7.2	7.3	19.9	20.3	25.7
2004	20.8	14.9	12.4	16.6	7.7	15.0	11.2	7.5	8.2	12.2	14.1	18.1	
2005	12.3	23.0	11.7	9.7	7.6	2.4	6.5	4.3	7.9	14.6	7.5	20.1	
2006	15.3	19.1	27.6	16.6	1.7	1.3		8.8	5.3	12.9	12.2	14.2	
2007	15.2	15.2	33.8	18.4	10.5	0.0	3.6	1.0	9.3	22.1	5.2	24.3	
2008	18.0	13.2	7.8	4.7	29.2	4.5	4.7	3.6	7.3	16.7	5.4	13.6	

2009	21.2	25.2	15.2	16.9	8.4	2.2	2.2	5.4	8.0	5.3	10.8	16.2	
2010	25.0	10.0	14.7	20.9	10.0	3.8	0.0	8.3	8.8	13.5	6.0	14.6	
2011	22.0	25.3	24.8	16.5	5.3	4.4	6.8	5.2	5.6	21.2	13.4	17.0	
2012	20.0	26.0	16.8	16.2	8.7	10.0	2.7	4.0	13.6	14.8	10.8	18.0	
2013	18.2	11.6	13.2	7.8	11.2	2.0	4.3	15.2	7.2	8.9	7.6	26.9	26.9
2014	12.2	8.9	17.9	4.8	11.0	1.2	5.5	1.8	6.8	17.4	9.0	16.7	17.9
2015	0.0	19.2											19.2
2016													0.0
2017	24.4	20.0	20.5	11.5	15.2	12.2	3.2	2.4	16.3	9.0	8.6	10.0	24.4
2018	19.4	16.2	14.7	13.3	11.4	8.3	20.3	13.5	6.0	19.7	29.6	8.5	29.6
2019	26.5	25.8	21.4	20.6	8.6	6.7	7.1	0.0	6.6	13.8	15.2	21.2	26.5
2020	21.5	22.8	5.8	0.0	0.0		3.7	0.0	17.8	18.4	1.8	17.0	22.8
2021	33.8	14.9	23.7	17.2	19.3	15.0	0.0	0.6	10.8	11.0	25.0	15.6	33.8
2022	31.9	24.3	23.7	24.7	10.2	4.8	0.0	0.6	6.3	1.4	7.4	14.8	31.9

MEDIA	18.4	16.5	17.0	11.8	8.9	5.0	4.9	5.4	10.1	13.3	13.3	16.1	24.0
DES. EST.	7.5	6.7	7.6	6.4	6.6	4.3	4.4	4.5	5.9	6.7	8.2	6.1	9.4
MÁX.	36.2	27.4	35.4	26.8	29.2	15.0	20.3	19.0	38.2	41.0	49.2	27.7	49.2
MÍN.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	1.4	0.0	2.2	0.0



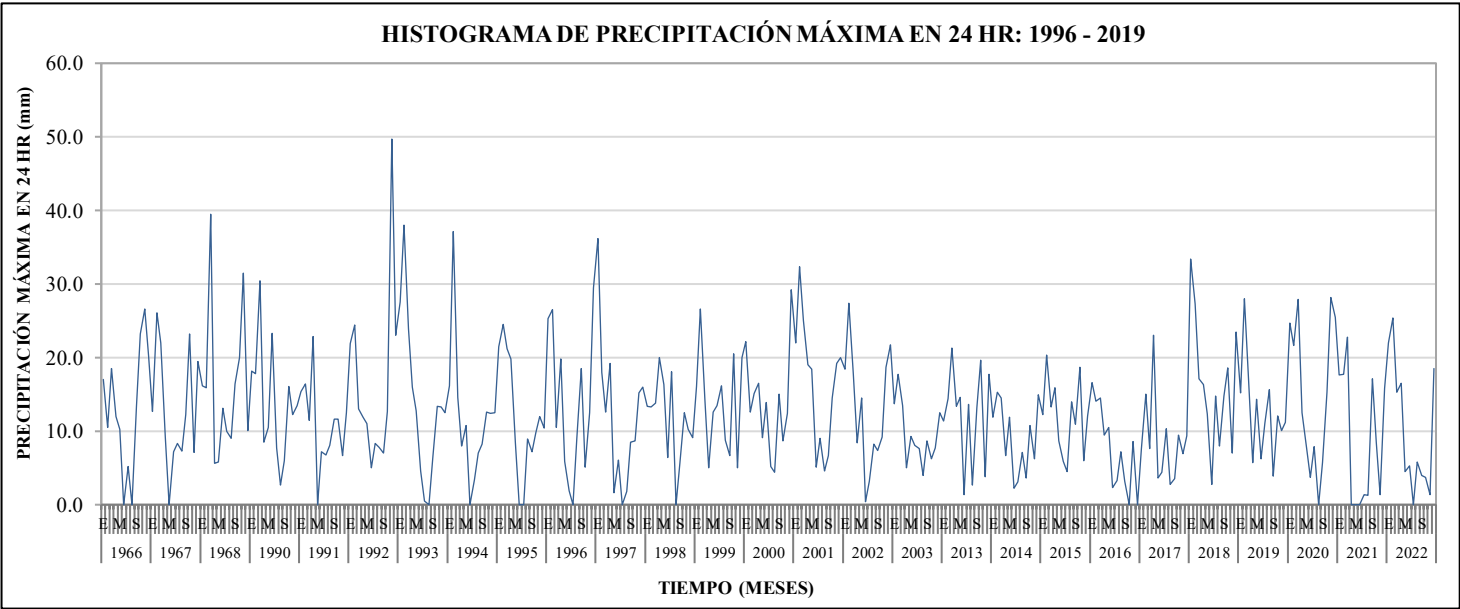
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)

ESTACIÓN :	LIRCAY	DEPARTAMENTO :	HUANCAVELICA	LATITUD :	12°58'53.25" S
CUENCA :	LIRCAY	PROVINCIA :	ANGARAES	LONGITUD :	74°43'5.13" W
CODIGO :		DISTRITO :	LIRCAY	ALTITUD :	3303.0

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX
1966	17.0	10.5	18.5	12.0	10.2	0.0	5.2	0.0	13.4	23.2	26.6	20.2	26.6
1967	12.7	26.1	22.0	9.3		7.2	8.3	7.3	12.2	23.2	7.1	19.5	26.1
1968	16.2	15.9	39.5	5.6	5.8	13.1	10.0	9.0	16.4	20.0	31.5	10.1	39.5
1969	11.8	24.0	17.0	13.4	0.0	1.6	4.8	3.8	13.8	18.8	21.3	21.8	
1970	21.0	12.5	22.1	22.1	11.7	1.4	2.5	5.2	25.0	11.8	5.5	23.7	
1971	17.1	20.6	18.5	15.2	7.7	7.0	2.1	7.0	0.7	10.6	7.0	20.0	
1972	14.3	22.7	23.9	15.9	5.9	0.0	15.3	4.0	10.0	10.9	11.2	14.5	
1973	24.5	27.6	20.0	15.3	6.6	6.6	2.8	11.9	21.2	14.0	27.7	32.5	
1974	28.2	19.6	26.2	9.3	6.5	6.4	5.2	33.2	8.8	8.0	12.4	30.8	
1975	22.2	13.7	15.2	11.0	17.9	1.4	5.0	6.9	13.3	9.1	17.5	11.0	
1976	22.5	18.1	18.5	10.0	16.2	9.5	8.2	3.2	15.7	2.2	10.6	15.0	
1977	13.5	21.2	11.5	6.9	8.0	0.3	4.6	0.5	8.8	9.2	12.1	18.6	
1978	18.8	13.9	27.0	22.0	1.4	8.2	0.6	2.8	8.9	14.0	10.0	9.5	
1979	10.0	10.0	12.8	15.5	12.2	6.8	10.4	9.5	8.5	15.0	8.6	10.0	
1980	20.5	14.2		20.6	14.0	4.7	11.5	10.4	12.4	18.4	8.2	15.6	
1981	24.7	24.2	20.4	16.0	7.4	14.2	0.0	14.2	15.2	24.6	20.5	19.4	
1982	13.7	36.8	21.2	24.0	8.2	2.2	0.0	14.8	21.2	16.8	12.0		
1983		12.4	18.5	17.4	11.1		3.8	2.8	15.2	25.2	3.8	17.3	
1984	18.6	23.4	10.9	18.7	14.4	14.0	0.0	9.9	12.1	21.1	10.0	14.4	
1985	11.4	11.5	19.4	16.7	7.8	7.2	7.4	0.0	14.6	6.8	6.4	18.9	
1986	21.2	13.6	23.5	20.4	14.5	0.0	14.8	10.2	13.8	9.4	12.4	22.5	
1987	11.1	14.5	16.4	25.4	35.2	4.6	3.7	2.6	0.4	10.0	12.4	21.8	
1989	15.7	18.5	18.8	14.2	9.3	6.8	2.6	7.4	8.0	14.4	9.5	10.0	
1990	17.4	5.4	21.4	9.2	9.1	20.2	5.7	11.5	6.4	13.8		22.7	
1991	18.2	17.8	30.4	8.5	10.5	23.3	7.7	2.7	6.0	16.1	12.2	13.5	30.4
1992	15.4	16.4	11.5	22.9	0.0	7.2	6.8	8.1	11.6	11.6	6.7	12.5	22.9
1993	21.9	24.4	13.0	11.9	11.0	5.0	8.3	7.8	7.0	12.7	49.7	23.0	49.7
1994	27.6	38.0	23.9	16.0	12.8	4.6	0.5	0.0	6.4	13.4	13.3	12.5	38.0
1995	16.2	37.1	14.6	8.0	10.8	0.0	3.4	7.0	8.2	12.6	12.4	12.5	37.1
1996	21.5	24.5	21.2	19.8	8.4	0.0	0.0	8.9	7.2	9.8	12.0	10.4	24.5
1997	25.3	26.5	10.5	19.8	5.9	1.9	0.0	9.0	18.5	5.1	12.5	29.5	29.5
1998	36.2	18.0	12.6	19.2	1.6	6.1	0.0	1.8	8.5	8.7	15.2	16.0	36.2
1999	13.4	13.3	13.8	20.0	16.3	6.4	18.1	0.0	5.6	12.5	10.2	9.1	20.0
2000	16.1	26.6	14.4	5.0	12.6	13.5	16.2	8.8	6.7	20.5	5.0	20.0	26.6
2001	22.2	12.6	15.1	16.5	9.1	13.9	5.2	4.4	15.0	8.7	12.4	29.2	29.2
2002	22.0	32.3	25.0	19.0	18.4	5.1	9.0	4.6	6.7	14.5	19.2	20.0	32.3
2003	18.4	27.4	17.7	8.4	14.5	0.4	3.2	8.2	7.4	9.2	18.7	21.7	27.4
2004	13.7	17.7	13.5	5.0	9.3	8.1	7.6	4.0	8.7	6.2	7.7	12.5	17.7
2005	11.4	14.4	21.3	13.4	14.6	1.4	13.6	2.7	13.2	19.6	3.8	17.7	21.3
2006	16.4	21.3	18.6	5.4	1.2	2.4	1.5	8.7	6.1	9.6	9.0	15.4	
2007	13.2	11.2	29.7	10.3	10.4	0.0	10.4	1.2	5.6	6.4	9.0	16.5	
2008	26.0	18.4	9.6	9.6	6.5	6.0	3.5	1.7	4.9	8.3	3.6	14.0	
2009	20.0	21.9	14.9	9.8	5.8	1.1	9.8	2.5	7.8	12.5	21.2	24.5	
2010	21.6	16.0	14.8	7.5	6.6	4.8	0.0	1.2	3.8	4.9	9.9		

2011	17.7	21.5	28.5	14.5	7.9	2.4	8.3	5.2	8.2	5.4	10.9	15.4	
2012	10.2	29.9	14.3	15.0	9.0	6.6	2.3	1.4	13.0	10.6	8.3	77.0	
2013	11.9	15.3	14.5	6.7	11.9	2.2	3.1	7.1	3.6	10.8	6.2	14.9	15.3
2014	12.2	20.3	13.3	15.9	8.7	5.9	4.5	14.0	10.9	18.7	6.0	12.1	20.3
2015	16.6	14.1	14.5	9.5	10.5	2.3	3.3	7.2	3.2	0.0	8.6	0.0	16.6
2016	7.5	15.0	7.6	23.0	3.6	4.4	10.3	2.8	3.5	9.5	6.9	9.4	23.0
2017	33.4	27.3	17.1	16.3	12.3	2.8	14.8	8.0	14.8	18.6	7.0	23.5	33.4
2018	15.2	28.0	17.8	5.7	14.3	6.2	11.1	15.6	3.9	12.1	10.1	11.2	28.0
2019	24.7	21.6	27.9	12.5	7.8	3.7	7.9	0.0	5.7	15.3	28.2	25.5	28.2
2020	17.6	17.7	22.8	0.0	0.0	0.0	1.4	1.3	17.1	8.5	1.4	15.8	22.8
2021	33.2	13.1	21.0	22.9	10.0	7.7	7.4	7.6	14.6	14.7	23.6	8.4	
2022	22.0	25.4	15.3	16.5	4.5	5.3	0.0	5.8	4.0	3.7	1.4	18.5	25.4

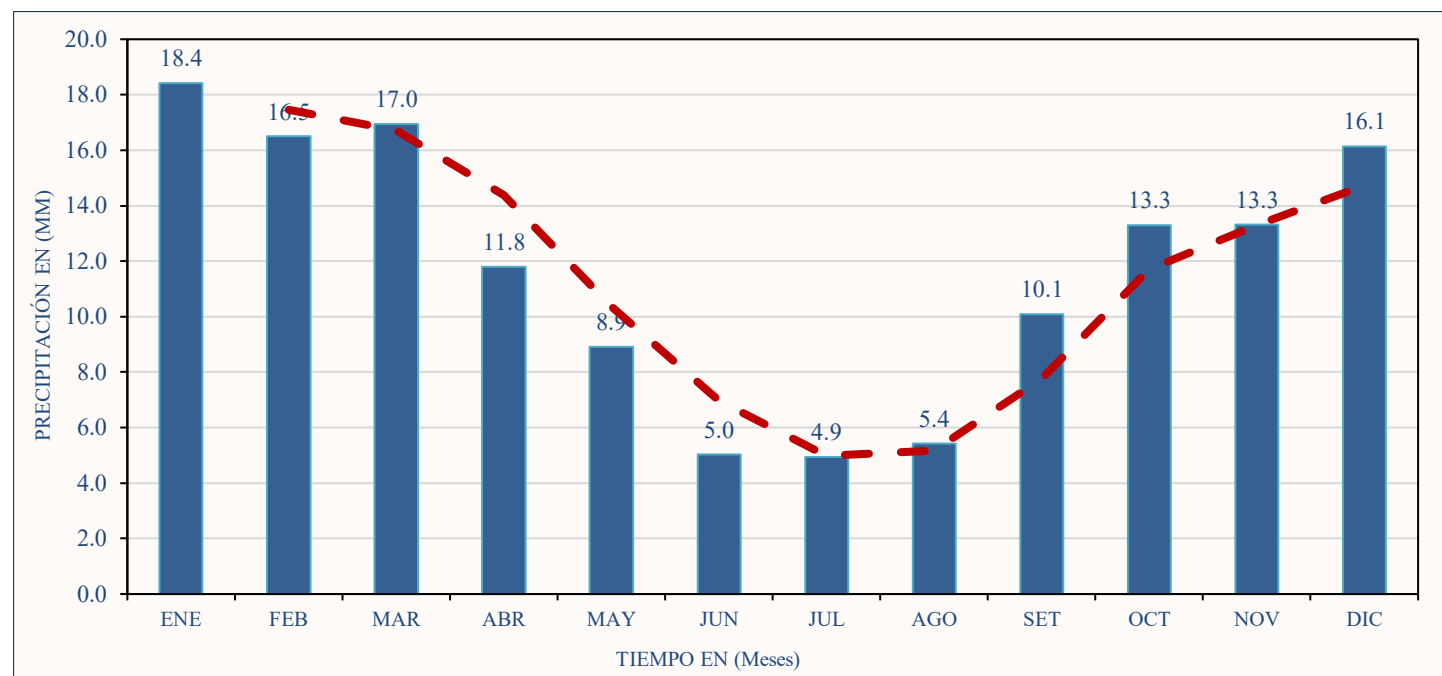
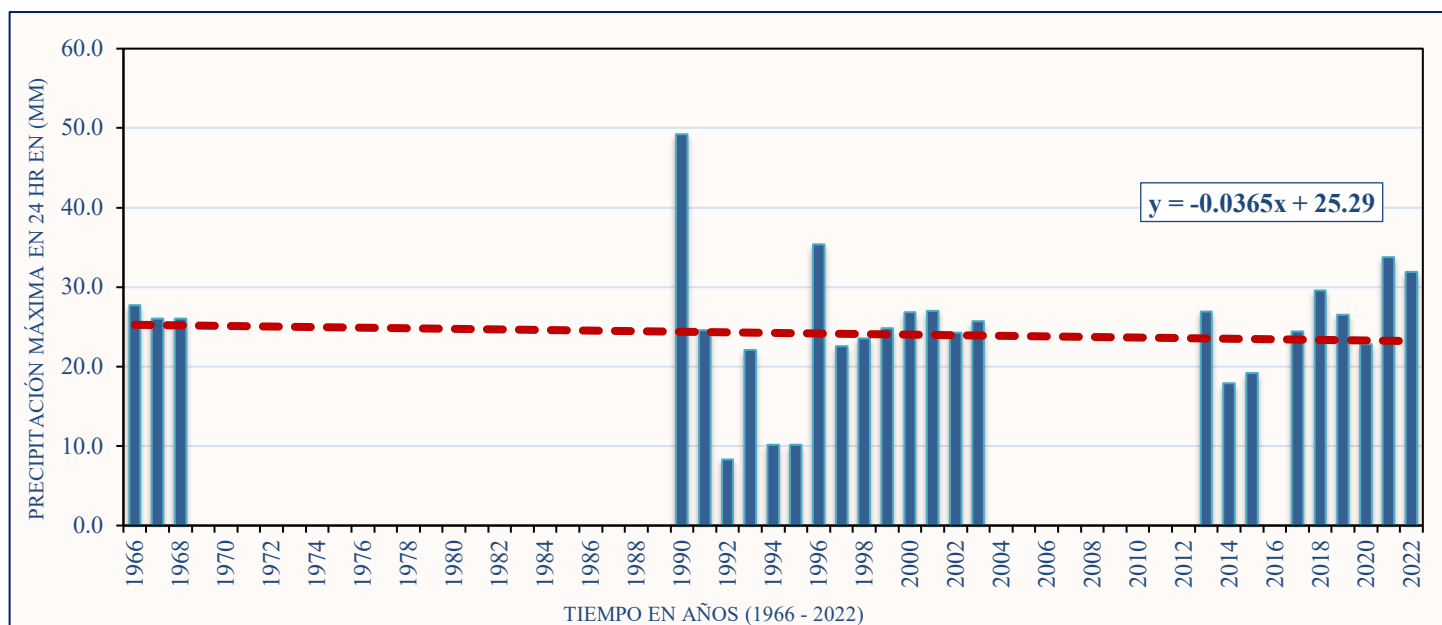
MEDIA	18.5	20.1	18.5	13.9	9.5	5.5	5.9	6.3	9.9	12.7	12.5	18.2	27.7
DES. EST.	6.1	7.2	6.0	5.8	5.7	5.0	4.8	5.5	5.4	5.8	8.4	10.2	7.8
MÁX.	36.2	38.0	39.5	25.4	35.2	23.3	18.1	33.2	25.0	25.2	49.7	77.0	49.7
MÍN.	7.5	5.4	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	15.3



**10. PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS ESTACIONES
ACOBAMBA Y LIRCAY**

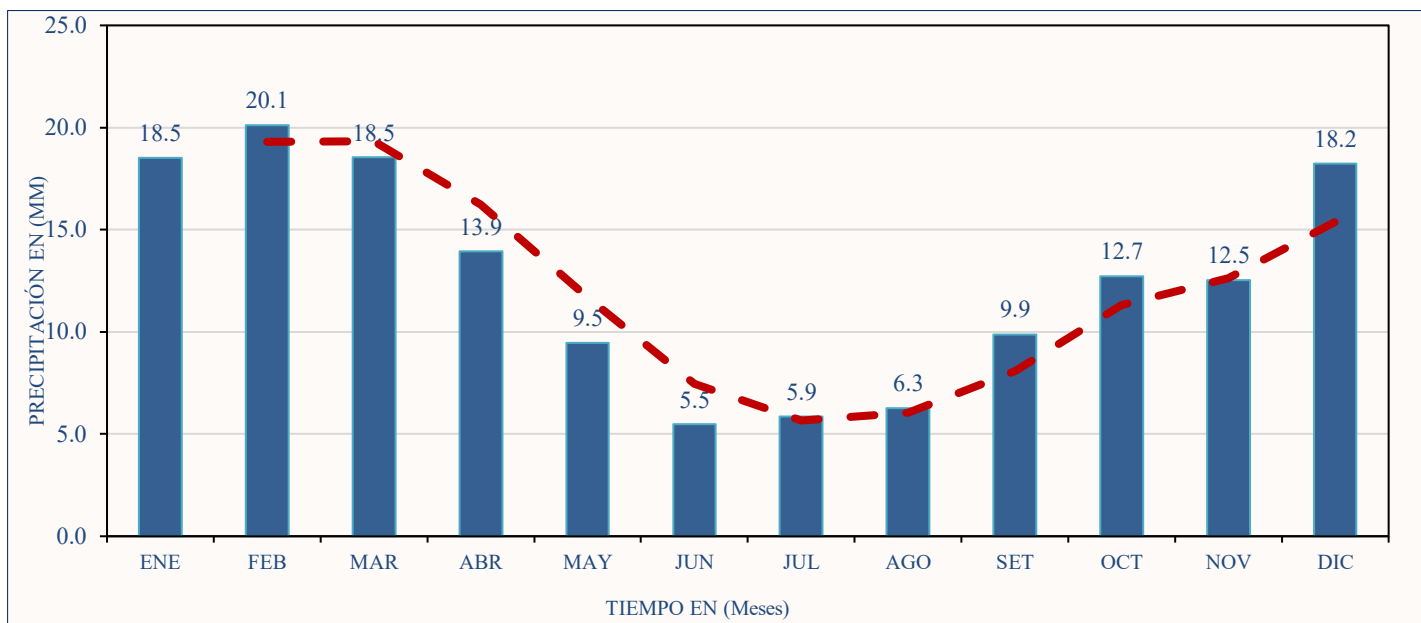
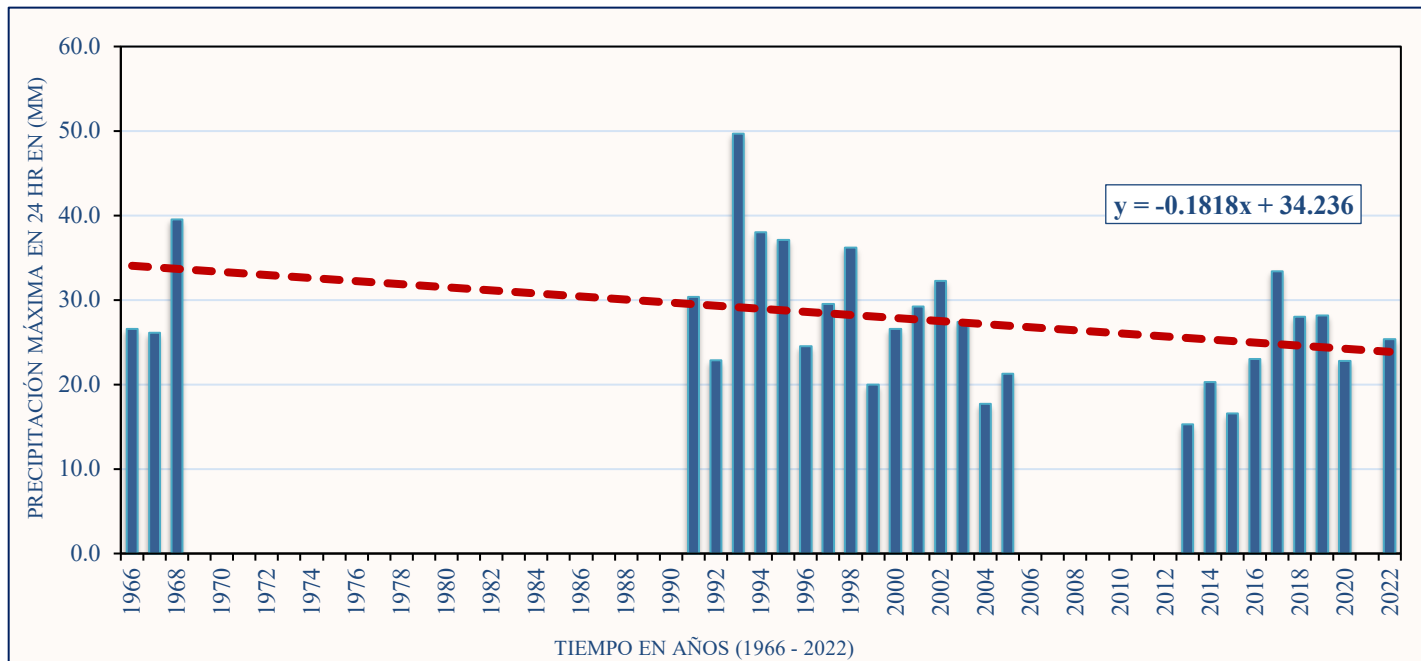
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)

ESTACIÓN :	ACOBAMBA	DEPARTAMENTO :	HUANCAVELICA	LATITUD :	12°50'37" S
CUENCA :	MANTARIO	PROVINCIA :	ACOBAMBA	LONGITUD :	74°33'41.8" W
CODIGO :	0	DISTRITO :	ACOBAMBA	ALTITUD :	3399



PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)

ESTACIÓN :	LIRCAY	DEPARTAMENTO :	HUANCAVELICA	LATITUD :	12°58'53.25" S
CUENCA :	LIRCAY	PROVINCIA :	ANGARAES	LONGITUD :	74°43'5.13" W
CODIGO :	0	DISTRITO :	LIRCAY	ALTITUD :	3303



**11.PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS ESTACIONES
ACOBAMBA Y LIRCAY**

PRECIPITACIÓN MÁX. EN 24 Hr / ESTACIÓN							
Nº	AÑO	MES	ACOBAMBA	AÑO	MES	LIRCAY	PP-MAX
1	1978		36.2	1978		27.0	36.2
2	1979		17.9	1979		15.5	17.9
3	1980		29.4	1980		20.6	29.4
4	1981		25.4	1981		24.7	25.4
5	1982		19.5	1982		36.8	36.8
6	1983		26.8	1983		25.2	26.8
7	1984		27.5	1984		23.4	27.5
8	1985		33.8	1985		19.4	33.8
9	1986		17.8	1986		23.5	23.5
10	1987		17.2	1987		35.2	35.2
11	1988		17.6	1988		30.8	30.8
12	1989		22.6	1989		18.8	22.6
13	1990		20.8	1990		22.7	22.7
14	1991		15.0	1991		30.4	30.4
15	1992		24.7	1992		22.9	24.7
16	1993		30.2	1993		49.7	49.7
17	1994		24.6	1994		38.0	38.0
18	1995		22.1	1995		37.1	37.1
19	1996		35.4	1996		24.5	35.4
20	1997		22.6	1997		29.5	29.5
21	1998		23.5	1998		36.2	36.2
22	1999		24.8	1999		20.0	24.8
23	2000		26.8	2000		26.6	26.8
24	2001		27.0	2001		29.2	29.2
25	2002		24.3	2002		32.3	32.3
26	2003		25.7	2003		27.4	27.4
27	2004		20.8	2004		17.7	20.8
28	2005		23.0	2005		21.3	23.0
29	2006		27.6	2006		21.3	27.6
30	2007		33.8	2007		29.7	33.8
31	2008		29.2	2008		26.0	29.2
32	2009		25.2	2009		24.5	25.2
33	2010		25.0	2010		21.6	25.0
34	2011		25.3	2011		28.5	28.5
35	2012		26.0	2013		15.3	26.0
36	2013		26.9	2014		20.3	26.9
37	2014		17.9	2015		16.6	17.9
38	2015		19.2	2016		23.0	23.0
39	2017		24.4	2017		33.4	33.4
40	2018		29.6	2018		28.0	29.6
41	2019		26.5	2019		28.2	28.2
42	2020		22.8	2020		22.8	22.8

43	2021	33.8	2021	33.2	33.8
44	2022	31.9	2022	25.4	31.9
44	Suma				1276.7

AJUSTE DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES

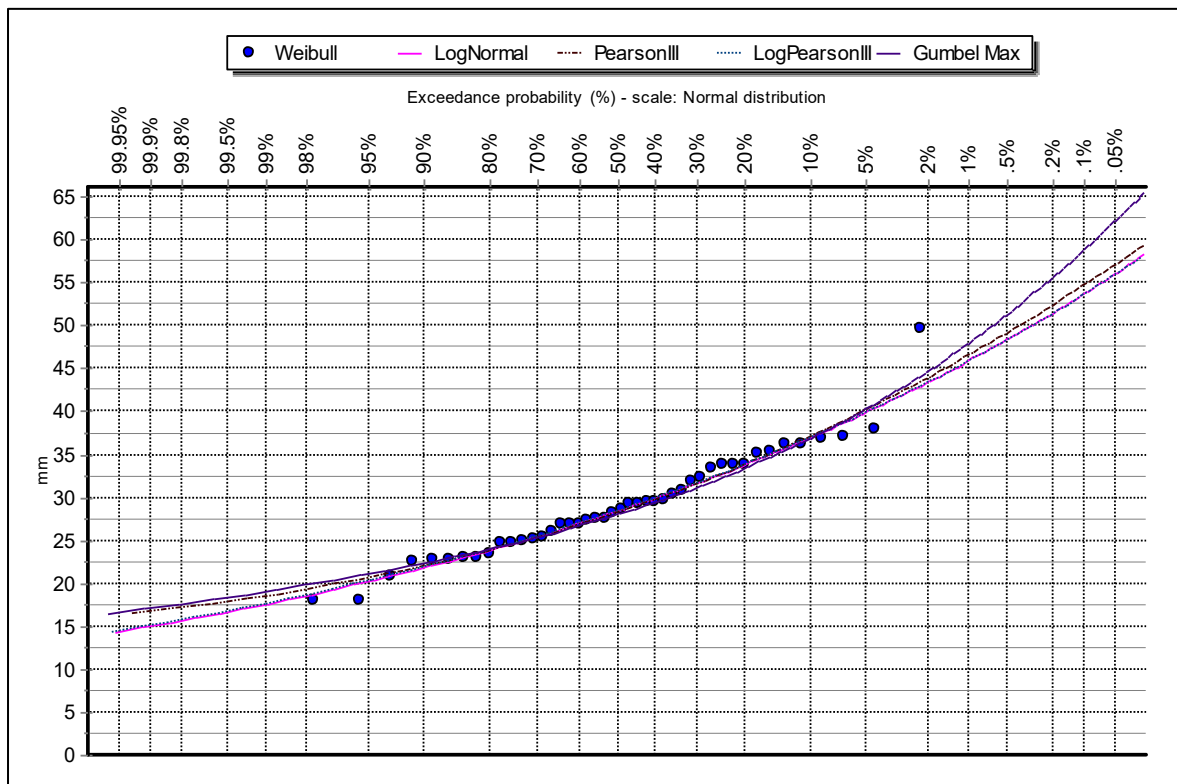
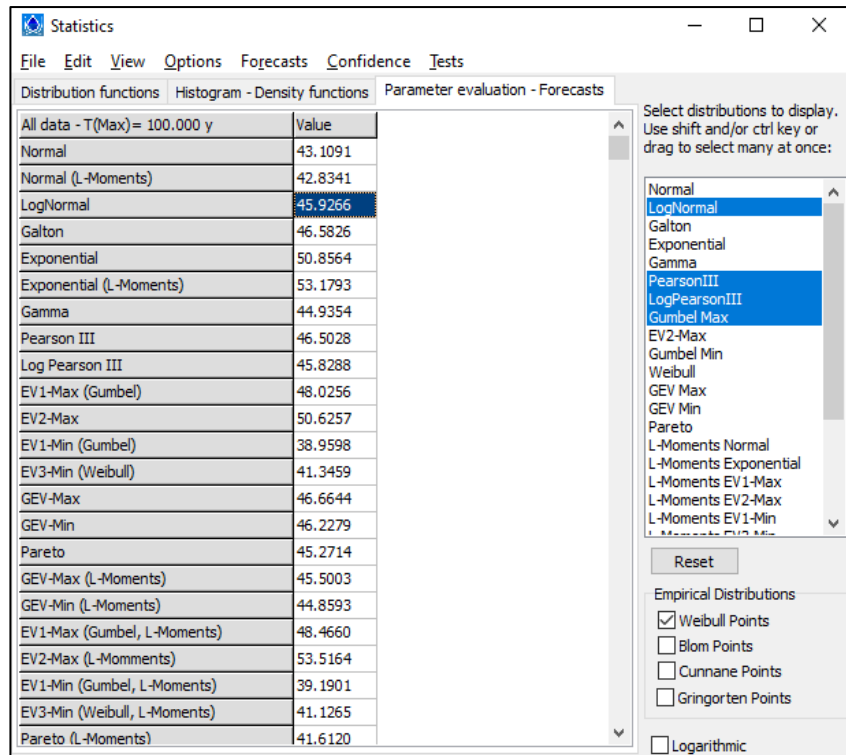
MÉTODO

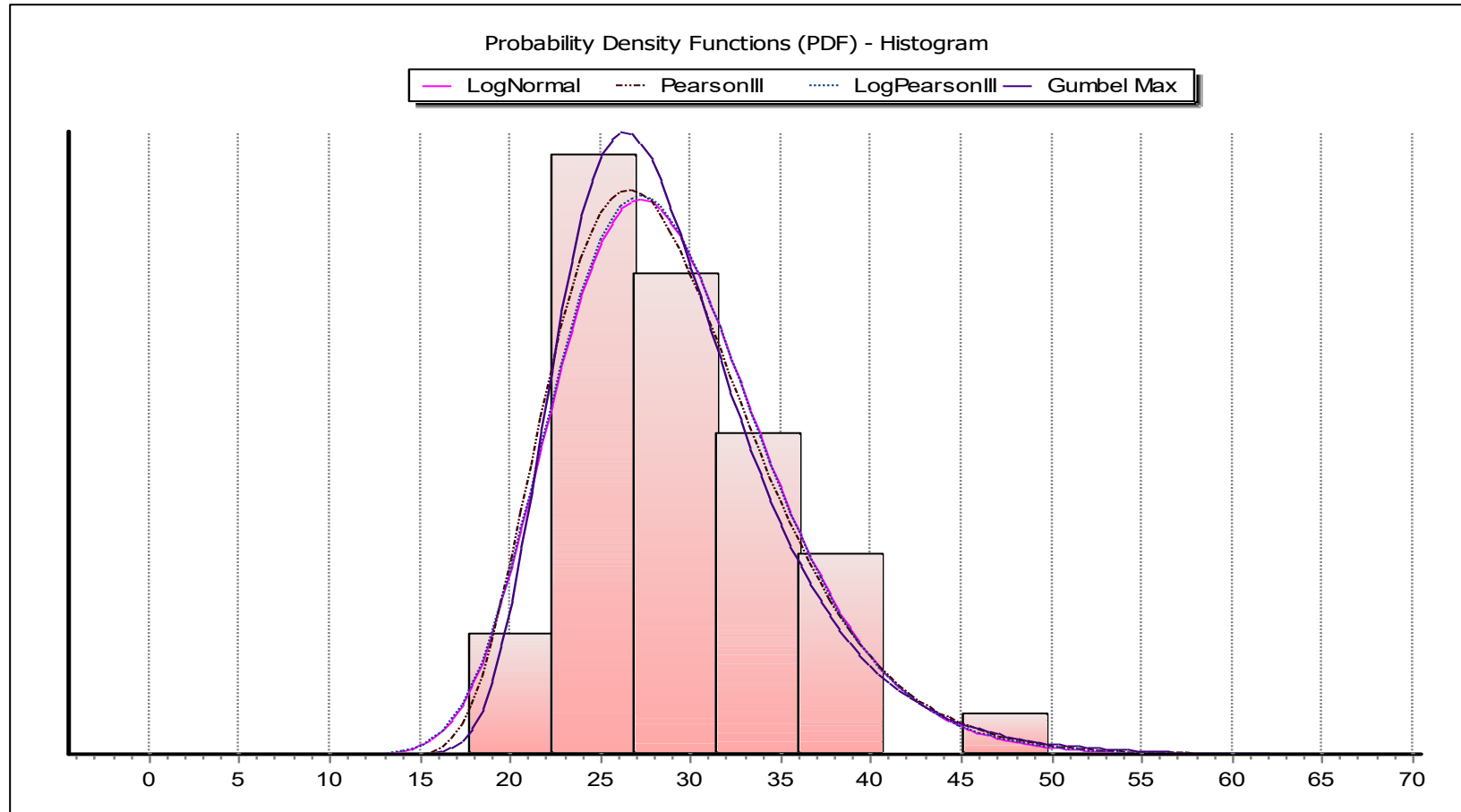
MOMENTOS	MAXIMA VEROSIMILITUD
1. GEV	1. Exponencial
2. Gumbel	2. GEV MAX
3. Log-normal (3 parametros)	3. Weibull
4. Gamma	4. Normal
5. Pearson tipo III	5. Log Normal
6. Log Pearson III	6. Gamma

Conclusión: *Acceptamos H_0 , a un nivel de significancia de 5%.*

CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS (Tr)

Periodo Retorno Años	Variable Reducida YT	Precip. (mm) XT'(mm)	Prob. de ocurrencia F(xT)	Corrección inter. fijo XT (mm)
2	0.367	31.663	0.500	35.779
5	1.500	37.715	0.800	42.618
10	2.250	41.722	0.900	47.146
25	3.199	46.785	0.960	52.867
50	3.902	50.541	0.980	57.111
100	4.600	54.269	0.990	61.324
500	6.214	62.884	0.998	71.059





12. COEFICIENTE DE REGRESIÓN

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	135.264	-0.616
5	161.118	-0.616
10	178.236	-0.616
25	218.112	-0.634
50	215.910	-0.616
100	231.837	-0.616
500	268.641	-0.616
Promedio =	201.302	-0.619

$$I = \frac{d}{t^c}$$

$$I = \frac{d}{t^c} = d * t^{-c}$$

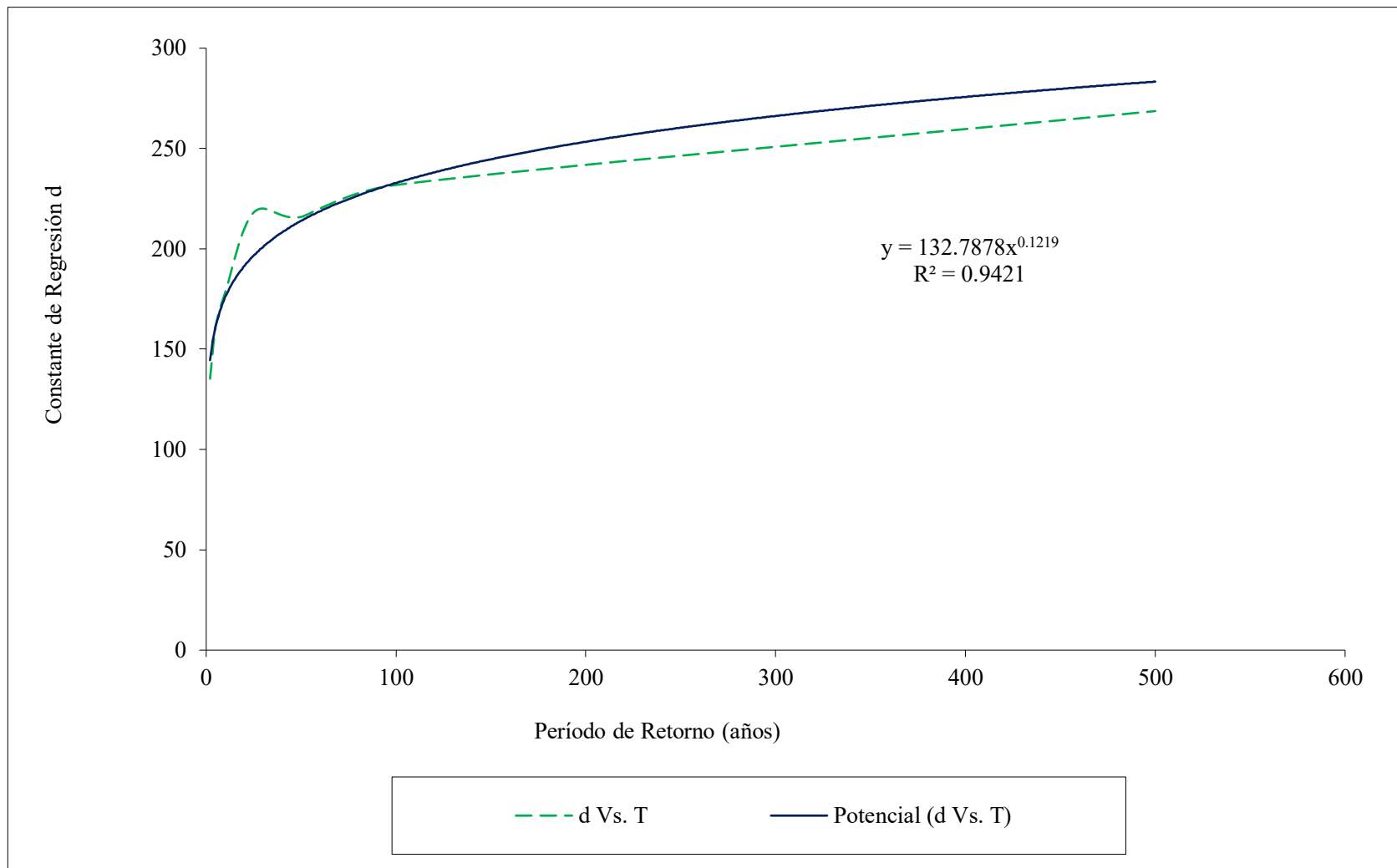
$$d = K \cdot T^m$$

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación:

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	135.2639	0.6931	4.9072	3.4014	0.4805
2	5	161.1182	1.6094	5.0821	8.1794	2.5903
3	10	178.2360	2.3026	5.1831	11.9345	5.3019
4	25	218.1123	3.2189	5.3850	17.3337	10.3612
5	50	215.9096	3.9120	5.3749	21.0266	15.3039
6	100	231.8365	4.6052	5.4460	25.0799	21.2076
7	500	268.6407	6.2146	5.5934	34.7606	38.6214
7	692	1409.1172	22.5558	36.9718	121.7162	93.8667
Ln (K) =	4.8888	K =	132.788	m =	0.122	

Término constante de regresión (K) = 132.7878

Coef. de regresión (m) = 0.1219



13. REPRESENTACIÓN DE LA CURVA DURACIÓN E INTENSIDAD

REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE LAS CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - PERÍODO DE RETORNO

Donde:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

- I = Intensidad (mm/hr)
- t = Duración de la lluvia (min)
- T = Período de retorno (años)
- K, m, n = Parámetros de ajuste

Periodo de retorno para T = 2 años

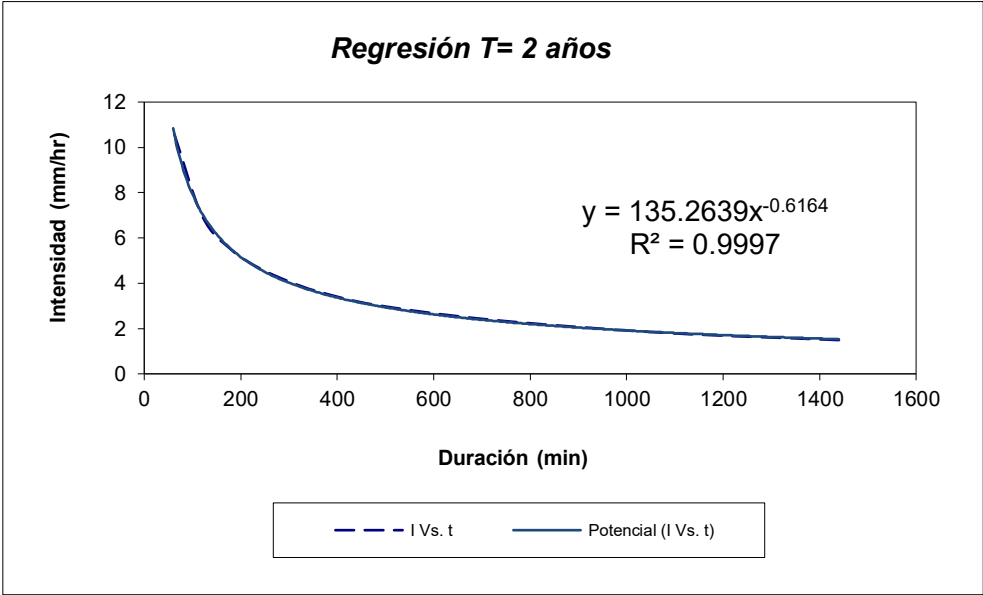
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.491	7.272	0.399	2.904	52.888
2	1080	1.809	6.985	0.593	4.140	48.786
3	720	2.385	6.579	0.869	5.719	43.287
4	480	3.041	6.174	1.112	6.867	38.116
5	360	3.638	5.886	1.291	7.601	34.646
6	300	4.079	5.704	1.406	8.018	32.533
7	240	4.651	5.481	1.537	8.425	30.037
8	180	5.486	5.193	1.702	8.840	26.967
9	120	6.977	4.787	1.943	9.300	22.920
10	60	10.734	4.094	2.373	9.717	16.764
10	4980	44.291	58.155	13.226	71.531	346.944
Ln (d) =	4.907	d =	135.264	n =	-0.6164	

- Realizando un cambio de variable:
- 1)

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

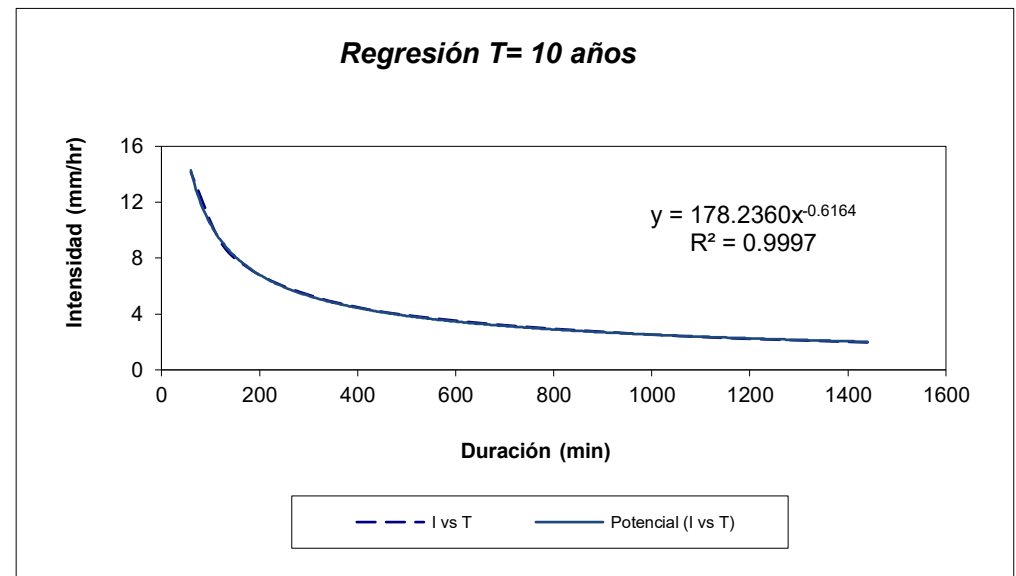
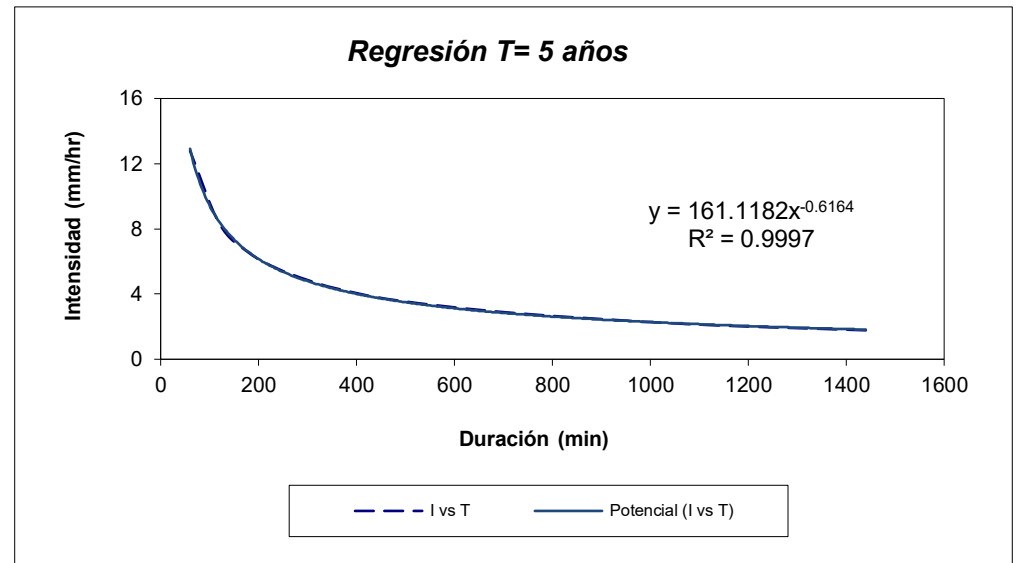
- 2)
- Con lo que de la anterior expresión se obtiene:

$$d = K \cdot T^m$$



Periodo de retorno para T = 5 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.776	7.272	0.574	4.176	52.888
2	1080	2.155	6.985	0.768	5.361	48.786
3	720	2.841	6.579	1.044	6.870	43.287
4	480	3.623	6.174	1.287	7.947	38.116
5	360	4.333	5.886	1.466	8.630	34.646
6	300	4.858	5.704	1.581	9.016	32.533
7	240	5.540	5.481	1.712	9.383	30.037
8	180	6.535	5.193	1.877	9.748	26.967
9	120	8.310	4.787	2.118	10.138	22.920
10	60	12.785	4.094	2.548	10.434	16.764
10	4980	52.756	58.155	14.975	81.703	346.944
Ln (d) =	5.082	d =	161.118	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 10 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.964	7.272	0.675	4.910	52.888
2	1080	2.383	6.985	0.869	6.067	48.786
3	720	3.143	6.579	1.145	7.535	43.287
4	480	4.007	6.174	1.388	8.570	38.116
5	360	4.793	5.886	1.567	9.225	34.646
6	300	5.375	5.704	1.682	9.592	32.533
7	240	6.129	5.481	1.813	9.937	30.037
8	180	7.229	5.193	1.978	10.272	26.967
9	120	9.193	4.787	2.218	10.621	22.920

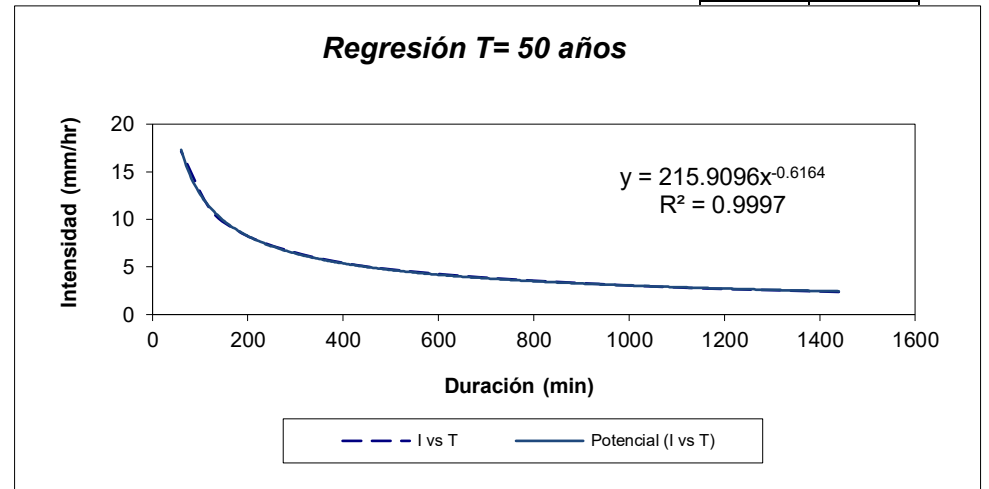
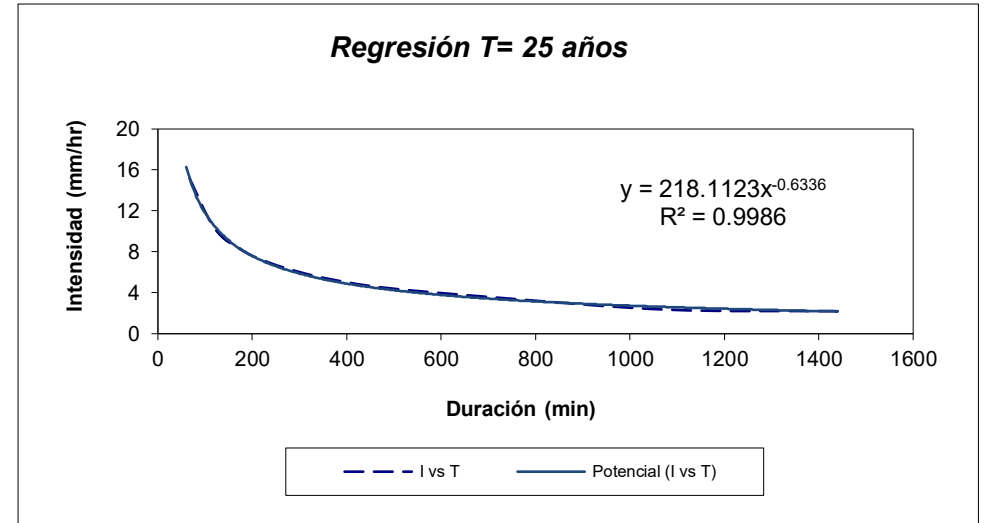


10	60	14.144	4.094	2.649	10.847	16.764
10	4980	58.361	58.155	15.985	87.575	346.944
Ln (d) =	5.183	d =	178.236	n =	-0.6164	

60	14.144
----	--------

Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.203	7.272	0.790	5.743	52.888
2	1080	2.350	6.985	0.854	5.967	48.786
3	720	3.524	6.579	1.260	8.288	43.287
4	480	4.494	6.174	1.503	9.277	38.116
5	360	5.375	5.886	1.682	9.899	34.646
6	300	6.027	5.704	1.796	10.245	32.533
7	240	6.873	5.481	1.928	10.564	30.037
8	180	8.106	5.193	2.093	10.867	26.967
9	120	10.309	4.787	2.333	11.169	22.920
10	60	15.860	4.094	2.764	11.316	16.764
10	4980	65.120	58.155	17.001	93.336	346.944
Ln (d) =	5.385	d =	218.112	n =	-0.6336	

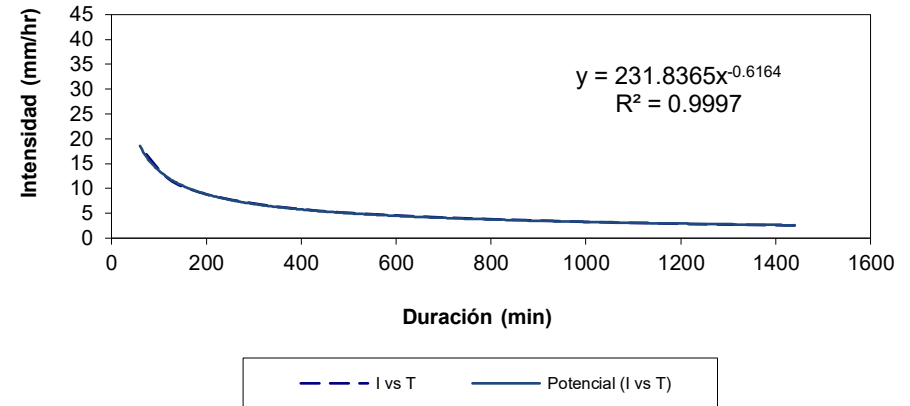
Periodo de retorno para T = 50 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.380	7.272	0.867	6.305	52.888
2	1080	2.887	6.985	1.060	7.406	48.786
3	720	3.807	6.579	1.337	8.796	43.287
4	480	4.854	6.174	1.580	9.754	38.116



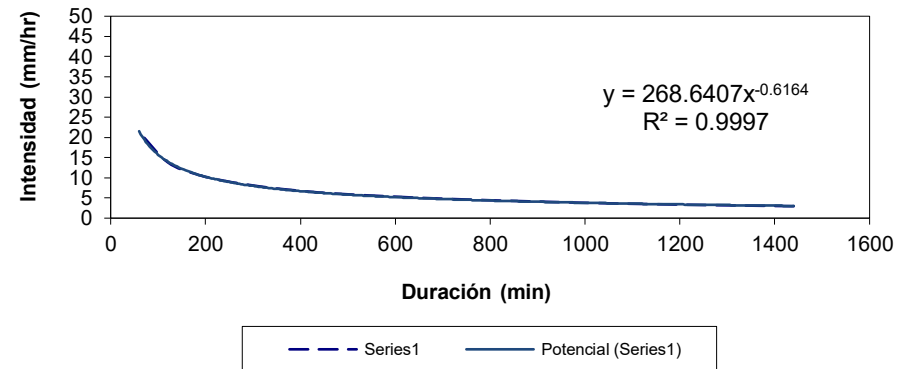
5	360	5.806	5.886	1.759	10.353	34.646
6	300	6.511	5.704	1.873	10.686	32.533
7	240	7.424	5.481	2.005	10.987	30.037
8	180	8.757	5.193	2.170	11.268	26.967
9	120	11.137	4.787	2.410	11.539	22.920
10	60	17.133	4.094	2.841	11.632	16.764
10	4980	70.697	58.155	17.902	98.726	346.944
Ln (d) =	5.375	d =	215.910	n =	-0.6164	

Periodo de retorno para T = 100 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.555	7.272	0.938	6.822	52.888
2	1080	3.100	6.985	1.131	7.903	48.786
3	720	4.088	6.579	1.408	9.264	43.287
4	480	5.213	6.174	1.651	10.193	38.116
5	360	6.235	5.886	1.830	10.772	34.646
6	300	6.991	5.704	1.945	11.092	32.533
7	240	7.972	5.481	2.076	11.378	30.037
8	180	9.403	5.193	2.241	11.638	26.967
9	120	11.958	4.787	2.481	11.880	22.920
10	60	18.397	4.094	2.912	11.924	16.764
10	4980	75.912	58.155	18.614	102.865	346.944
Ln (d) =	5.446	d =	231.837	n =	-0.6164	

Regresión T= 100 años



Regresión T= 500 años



Periodo de retorno para T = 500 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.961	7.272	1.085	7.894	52.888
2	1080	3.592	6.985	1.279	8.932	48.786
3	720	4.737	6.579	1.555	10.234	43.287
4	480	6.040	6.174	1.798	11.103	38.116
5	360	7.224	5.886	1.977	11.640	34.646
6	300	8.101	5.704	2.092	11.932	32.533
7	240	9.238	5.481	2.223	12.185	30.037
8	180	10.896	5.193	2.388	12.403	26.967
9	120	13.857	4.787	2.629	12.585	22.920
10	60	21.318	4.094	3.060	12.527	16.764
10	4980	87.963	58.155	20.088	111.434	346.944
Ln (d) =	5.593	d =	268.641	n =	-0.6164	

Serie T= 500 años	
x	y
1440	2.961
1080	3.592
720	4.737
480	6.040
360	7.224
300	8.101
240	9.238
180	10.896
120	13.857
60	21.318

**14. ECUACIÓN DE INTENSIDAD VÁLIDA PARA LA
CUENCA**

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

0.122

Donde:

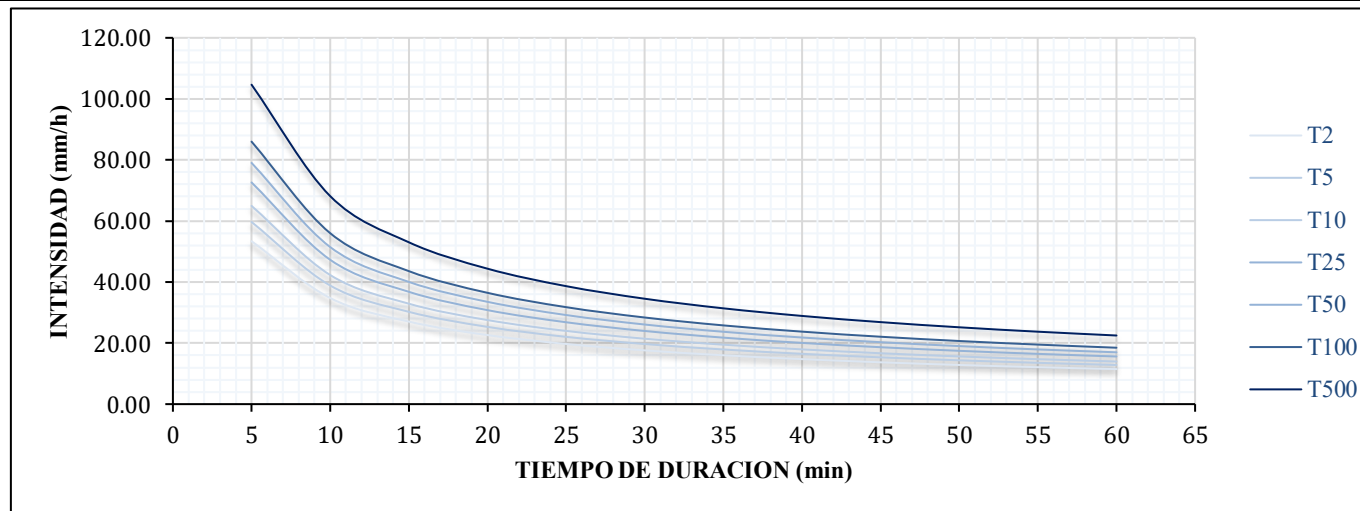
$$I = \frac{132.788 \cdot T}{t^{0.619}}$$

I = intensidad de precipitación
(mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Tr	Duración en minutos											
años	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	53.37	34.75	27.04	22.63	19.71	17.61	16.01	14.74	13.70	12.84	12.10	11.47
5	59.68	38.86	30.24	25.31	22.04	19.69	17.90	16.48	15.32	14.35	13.53	12.82
10	64.94	42.29	32.91	27.54	23.99	21.43	19.48	17.93	16.67	15.62	14.73	13.95
25	72.62	47.29	36.80	30.80	26.82	23.96	21.78	20.05	18.64	17.47	16.47	15.60
50	79.03	51.46	40.04	33.51	29.19	26.07	23.70	21.82	20.29	19.01	17.92	16.98
100	86.00	56.00	43.57	36.47	31.76	28.37	25.79	23.75	22.08	20.68	19.50	18.48
500	104.64	68.14	53.02	44.37	38.65	34.53	31.39	28.90	26.86	25.17	23.73	22.48



**15. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL ÁREA
DE DRENAJE**

Qocha	Área de la Microcuenca		Perímetro		Long. del Cauce Principal		Cota cauce (msnm)		Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	$K_c = \frac{P}{2 * \sqrt{\pi A}}$	$F_f = \frac{A}{L^2}$
	(ha)	(Km2)	(m)	(km)	(m)	(km)	Máxima	Mínima				
Chichicarachayocc	61.30	0.61	3,070.00	3.1	967.16	0.97	4387	4376	11	0.011	1.106	0.655

Tiempo de concentración y caudal de máximas avenidas

Tiempo de Concentración (horas)						Lag Time
Kirpich	California	Giandotti	Témez	Bransby Williams	Valor Optimo	(min)
0.362	0.360	1.727	0.685	0.380	1.727	62.171

Distrito	Qocha	Datos de la nanocuenca			Prom
		(ha)	(Km2)	CN	
Seclla	Chichicarachayocc	61.30	0.61	80.00	0.35

CAUDAL DE MÁXIMAS AVENIDAS (m3/s)
(Método Racional)

Nº	Nombre de la Qocha	Microcuenca (ha)	Cauce Principal (m)	Pendiente (m/m)	T. C. (hr)	C	Intensidad (mm/hr)	Qmáx (m3/s)
1	Chichicarachayocc	61.30	967	0.011	1.73	0.35	13.18	0.785

16. DISEÑO DE TRÁNSITO DE AVENIDAS

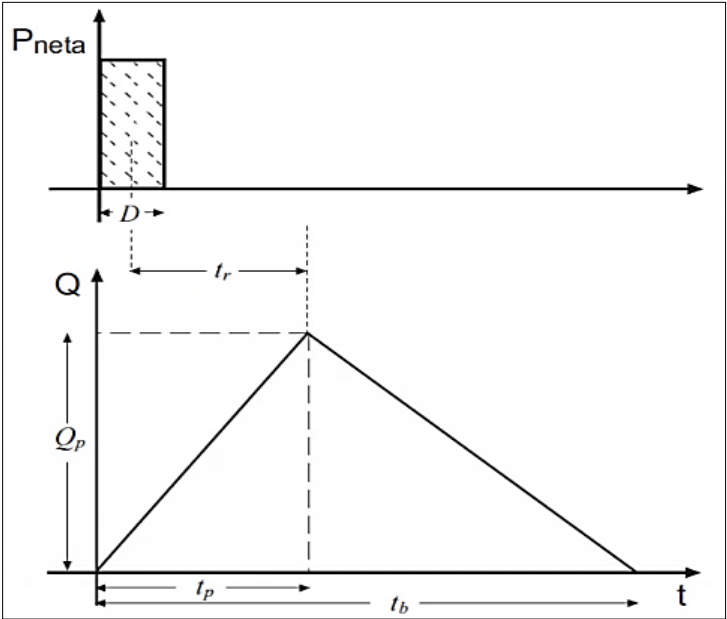
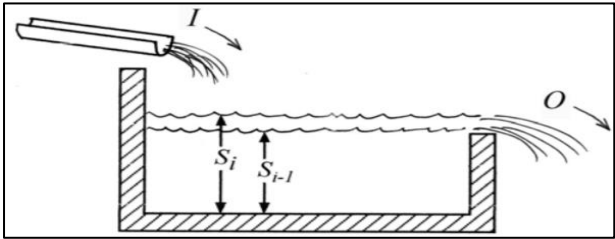
Qmáx	0.785	(m³/s)
------	-------	--------

TRANSITO DE AVENIDAS EN EMBALSE			
TIME (min)	COTA (m)	INFLOW (m³/s)	OUTFLOW (m³/s)
0	4261.050	0.000	0.000
10	4261.050	0.012	0.000
20	4261.052	0.059	0.001
30	4261.058	0.126	0.005
40	4261.068	0.220	0.017
50	4261.085	0.338	0.045
60	4261.108	0.471	0.096
70	4261.136	0.605	0.177
80	4261.170	0.699	0.289
90	4261.205	0.762	0.426
100	4261.239	0.785	0.573
110	4261.270	0.770	0.720
120	4261.297	0.722	0.855
130	4261.318	0.660	0.964
140	4261.333	0.589	1.046
150	4261.342	0.510	1.100
160	4261.347	0.448	1.129
170	4261.349	0.393	1.137
180	4261.347	0.338	1.128

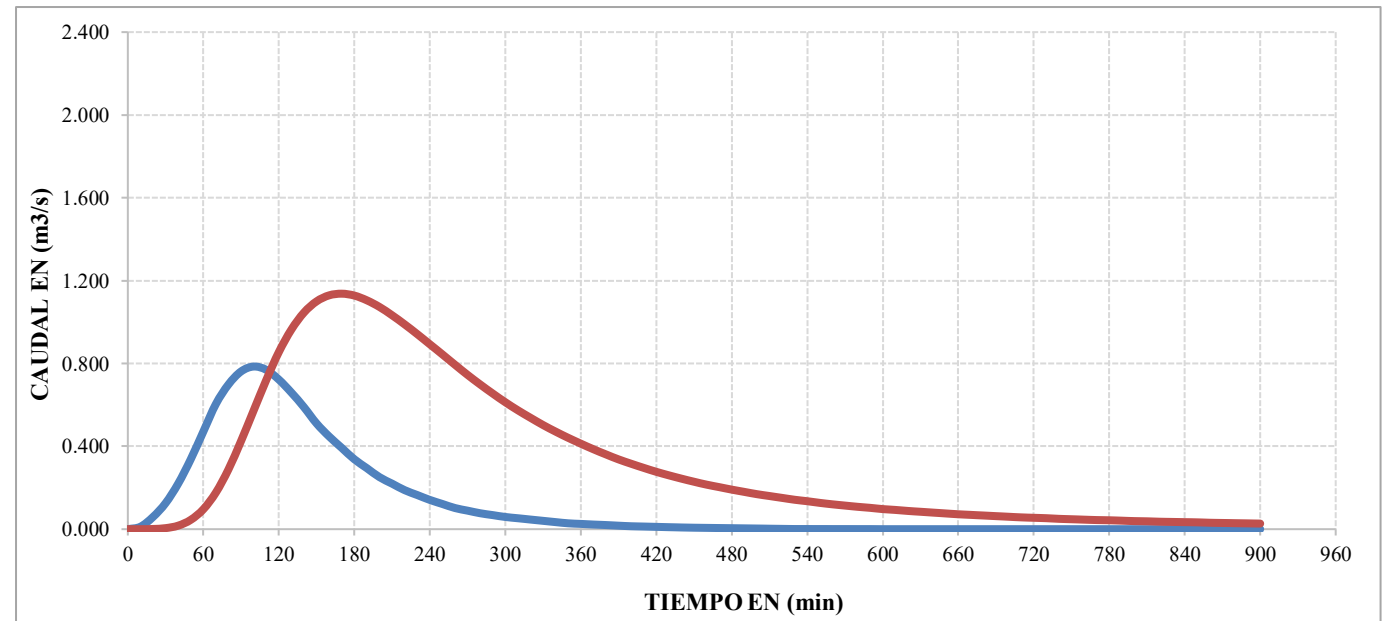
TRANSITO DE AVENIDAS EN EMBALSES									
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO TRIANGULAR DEL SCS									
$t_r = 0.6 * T_c$		$t_p = \frac{D}{2} * T_r$		$t_b = 2.67 * T_p$		$Q_p = \frac{0.208 * P * A}{t_p}$			
Tr (hr) =	1.727	Tp (hr) =	5.181	Tb (hr) =	13.833	Qp =	1.336	HUS - SCS	
Tr (min) =	103.618	Tp (min) =	310.853	Tb (min) =	829.976	Qmáx =	0.785	M - R	

Donde:			
t_r	t_r:	Tiempo de retardo, lag (hr)	
t_c	t_c:	Tiempo de Concentración (hr)	
t_b	t_b:	Tiempo base (hr)	
t_p	t_p:	Tiempo Pico (hr)	
Q_p	Q_p:	Caudal pico (m3/s)	
A:	A:	Area de la cuenca (km2)	0.61
P:	P:	Precipitación Neta (mm)	54.27
D:	D:	Duración de la Lluvia (hr)	6.00



190	4261.343	0.294	1.105
200	4261.337	0.251	1.073
210	4261.330	0.220	1.033
220	4261.322	0.188	0.989
230	4261.314	0.165	0.942
240	4261.304	0.141	0.893
250	4261.295	0.122	0.844
260	4261.285	0.102	0.794
270	4261.276	0.090	0.745
280	4261.266	0.077	0.699
290	4261.257	0.068	0.655
300	4261.248	0.059	0.613
310	4261.239	0.053	0.574
320	4261.231	0.047	0.538
330	4261.224	0.040	0.503
340	4261.216	0.034	0.471
350	4261.209	0.028	0.441
360	4261.202	0.025	0.413
370	4261.195	0.022	0.386
380	4261.189	0.020	0.361
390	4261.183	0.017	0.337
400	4261.177	0.014	0.316
410	4261.172	0.013	0.296
420	4261.167	0.011	0.277
430	4261.162	0.010	0.260
440	4261.157	0.008	0.244
450	4261.153	0.007	0.229



Global Summary Results for Run "Run 1"				
Project: YANAQOCHA		Simulation Run: Run 1		
Start of Run: 01Jan2023, 00:00		Basin Model: SANTA ROSA		
End of Run: 01Jan2023, 15:00		Meteorologic Model: Met 1		
Compute Time: 02May2023, 16:22:43		Control Specifications: Control 1		
Show Elements: All Elements		Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3		Sorting: Hydrolo...
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Fuente	Not Specified	2.9	01Jan2023, 01:40	n/a
Qocha	Not Specified	1.2	01Jan2023, 03:10	n/a

460	4261.149	0.006	0.215
470	4261.145	0.005	0.203
480	4261.141	0.005	0.191
490	4261.137	0.004	0.180
500	4261.134	0.003	0.169
510	4261.131	0.002	0.160
520	4261.128	0.002	0.151
530	4261.125	0.001	0.142
540	4261.122	0.001	0.135
550	4261.119	0.001	0.127
560	4261.117	0.001	0.120
570	4261.115	0.000	0.114
580	4261.112	0.000	0.108
590	4261.110	0.000	0.103
600	4261.108	0.000	0.097
610	4261.106	0.000	0.093
620	4261.104	0.000	0.088
630	4261.103	0.000	0.084
640	4261.101	0.000	0.080
650	4261.099	0.000	0.076
660	4261.098	0.000	0.072
670	4261.096	0.000	0.069
680	4261.095	0.000	0.066
690	4261.093	0.000	0.063
700	4261.092	0.000	0.060
710	4261.091	0.000	0.057
720	4261.090	0.000	0.055
730	4261.089	0.000	0.053
740	4261.087	0.000	0.050

Summary Results for Reservoir "Qocha"

Project: YANAQOCHA

Simulation Run: Run 1

Reservoir: Qocha

Start of Run: 01Jan2023, 00:00

Basin Model: SANTA ROSA

End of Run: 01Jan2023, 15:00

Meteorologic Model: Met 1

Compute Time:02May2023, 16:22:43

Control Specifications:Control 1

Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3

Computed Results

Peak Inflow: 2.9 (M3/S)

Date/Time of Peak Inflow: 01Jan2023, 01:40

Peak Discharge: 1.2 (M3/S)

Date/Time of Peak Discharge:01Jan2023, 03:10

Inflow Volume: n/a

Peak Storage: 53.4 (1000 M3)

Discharge Volume:n/a

Peak Elevation: 4351.0 (M)

Observed Flow Gage Qentrada

Peak Discharge:2.9 (M3/S)

Date/Time of Peak Discharge:01Jan2023, 01:40

Volume: n/a

RMSE Std Dev: 0.9

Nash-Sutcliffe: 0.163

Percent Bias: -8.06 %

Basin Name: SANTA ROSA

Element Name: Qocha

Method: Broad-Crested Spillway

Direction: Main

*Elevation (M) 4350.7

*Length (M) 4.9

*Coefficient (M^{0.5}/S) 1.45

Gates: 0

750	4261.086	0.000	0.048
760	4261.085	0.000	0.046
770	4261.084	0.000	0.044
780	4261.083	0.000	0.043
790	4261.083	0.000	0.041
800	4261.082	0.000	0.039
810	4261.081	0.000	0.038
820	4261.080	0.000	0.036
830	4261.079	0.000	0.035
840	4261.079	0.000	0.034
850	4261.078	0.000	0.033
860	4261.077	0.000	0.031
870	4261.077	0.000	0.030
880	4261.076	0.000	0.029
890	4261.075	0.000	0.028
900	4261.075	0.000	0.027

17. DISEÑO DEL DIQUE

De los cálculos obtenidos (sección máxima del dique de la minipresa).
 Asumo que la roca se encuentra a 1 metro de la base.

Línea de excavación máxima	:	4,371.82 m.s.n.m
Cota del terreno	:	4,372.22 m.s.n.m
Profundidad de cimentación	:	d= 0.40 m contar con suelo estable
N.O. (Nivel de Operación)	:	4,374.20 m.s.n.m
N.A. (Nivel de Avenidas)	:	4,374.30 m.s.n.m
FETCH	:	0.12 km

ALTURA DE LA OLA POR VIENTO

a) Altura de ola por viento: Fórmula empírica "Manual on small earth dams FAO - ítem 6.9, p.53"

$$H_0 = 0.014 (F)^{1/2} \dots(m)$$

Donde : F: fetch en Km

$$F = 0.12000 \text{ km}$$

H_0	=	0.005	m
-------	---	-------	---

Nota: para nuestro pre dimensionamiento no hemos considerado la altura de ola por sismo.

b) Altura de ola Creada por el Viento, Recomendaciones del USBR (1992)

$$H_0 = (V)^{1.23} (F)^{1/2} / 87.23 \dots(m)$$

Donde :

V: Velocidad de Viento (m/2): 2.93 m/s

reporte en lugar de las qochas

F : fetch en Km

$$F = 0.1200 \text{ km}$$

H_0	=	0.014	m
FACTOR DE SEGURIDAD (1.27*H₀)	=	0.018	m

BORDE LIBRE

Borde libre mínimo, procedimiento combinado de Knapen:

$$Bl \text{ (min)} = 0.75H_0 + (Vg)^2/2g$$

Donde: H_0 : altura de la ola según Stevenson

Vg (m/s) : velocidad ola según Gaillard = $1.52 + 2 H_0$

$$H_0 = 0.018$$

$$Vg = 1.556$$

Bl (min)	=	0.14	m
Borde Libre Asumido=		0.20	m

También podemos emplear la siguiente tabla:

Tabla 6. Borde libre para presas pequeñas. Bureau de Reclamación de los Estados Unidos.1,987.		
Fetch (km)	Borde libre	
	Normal (m)	Mínimo (m)
< 1.6	1.2	0.9
1.6	1.5	1.2
4.0	1.8	1.5
8.0	2.4	1.8
16.0	3.0	2.1

Por proceso constructivo del vertedero cuya altura se ha definido en 0.3 m. Se ha asumido que el borde libre (BL) sea de 0.2 m, por contar con un tirante de 0.1 m y un ancho base del vertedero de 6 m.

NIVEL DE LA CORONA DEL DIQUE:

Es el nivel en la cortina al cual queda el coronamiento de la presa, el que nunca debe ser rebasado por el agua.

$$N.Corona = N.A. + B.L.$$

N.Corona =	4,374.50	msnm
------------	----------	------

ALTURA DEL DIQUE:

$$H = \text{cota de la corona} - \text{cota de Terreno}$$

$$H = 4,374.50 - 4,372.22 = 2.28 \text{ m}$$

H =	2.28 m
-----	--------

ANCHO DEL DENTELLÓN:

$$W = h - d$$

Donde :

w : ancho del fondo de la zanja del dentellón.

h : carga hidráulica arriba de la superficie del terreno = NAME-Cota del terreno

d : profundidad de la zanja del dentellón debajo de la superficie del terreno.

Cota del terreno	=	4,372.22	msnm
N.A. (Nivel de Avenidas)	=	4,374.30	msnm
h	=	2.08	m
d	=	1.00	m
w	=	h - d	m

w	=	1.08	m
---	---	------	---

Por condiciones de estabilidad del terreno y por proceso constructivo

se considerará un ancho de w: 0.50 m, en la base del dentellón.

ANCHO DE CORONA:

Ancho de corona: **Fórmula empírica "Manual on small earth dams FAO - ítem 6.11, p.54"**

$$C_w = 0.4 H + 1 \dots (m)$$

Donde:

Cw : ancho de la corona en m

H : altura máxima del dique en m

Cw	=	2.00	m
----	---	------	---

Se tomará un ancho Cw de: 2.50 m por medida de seguridad, ya que se puede dar el caso de que el material de cantera seleccionado en campo no tenga una granulometría estandar.

TALUDES RECOMENDADOS

El proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable.

TALUDES RECOMENDADOS PARA PRESAS SEGÚN EL UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION (USBR).

a).- Taludes Recomendados para las presas de tierra homogéneas sobre cimientos estables.

CUADRO N° 1 PENDIENTES DE TALUDES PARA PRESAS HOMOGÉNEAS TÍPICAS		
Altura (m.)	Talud Aguas Arriba	Talud Aguas Abajo
5	2.00 H: 1 V	1.50 H: 1V
5 a 10	2.50 H: 1 V	2.00 H: 1V
12 a 15	2.75 H: 1 V	2.50 H: 1V
20 a 30	3.00 H: 1V	2,50 H: 1V

b).- Taludes que se recomienda para las presas pequeñas de tierra de sección compuesta en cimientos estables.

Caso	Tipo	Propósito	Sujetas a desembalse rápidos (15 cm a más)	Clasificación del material exterior	Clasificación del material del núcleo	Talud de aguas arriba	Talud de aguas abajo
A	Compuesta con el núcleo mínimo	Cualquiera	No crítico	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso).	No es crítico GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH o MH	2: 1	2:1
B	Compuesta con el núcleo máximo	Regulación o almacenamiento	No	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso).	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2: 1 2 ¼: 1 2 ½: 1 2 ¾: 1 3: 1	2:1 2 ¼: 1 2 ½: 1 3:1
C	Compuesta con el núcleo máximo	Almacenamiento	Si	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso).	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2 ¼: 1 2 ½: 1 3: 1 3 ¾: 1	2:1 2 ¼: 1 2 ½: 1 3:1

CONCLUSIÓN:

Como el dique de la minipresa presenta una altura menor de 5.0 m, adoptamos un ancho de cresta mayor a 2. m por lo que se tomó **2.5 m** y con taludes menos inclinados para reducir la erosión, por lo que:

Talud Aguas Arriba:

H	V
2	1

Talud Aguas Abajo:

H	V
2	1

PROTECCIÓN DE TALUD AGUAS ARRIBA

El talud aguas arriba debe ser protegido por la acción destructora del oleaje.

a).- Enrocado volcado o colocado a mano RIP_RAP

Es barato solo para distancias de acarreo < 50Km.

CRITERIO DE DISEÑO PARA ENROCADOS VOLCADOS

MAXIMA ALTURA DE LA OLA m	TAMAÑO PROMEDIO MINIMO DE LAS ROCAS cm	ESPESOR DEL ENROCADO VOLCADO cm
0 - 0,60	25	30
0,60 - 1,20	30	45
1,20 - 1,80	40	60
1,80 - 2,40	45	75
2,40 - 3,00	55	90

USACE, 2004

El enrocado debe ser bien gradado desde un tamaño máximo igual a 1.5 veces el tamaño promedio hasta un mínimo de 2.5 cm.

Esta constituido por grava y piedra picada gradada y su función es evitar que la acción de las olas erosione el terraplén a traves de los huecos del enrocado.

ESPESOR MINIMO DE LA CAPA BASE

ALTURA DE LA OLA m	ESPESOR MINIMO cm
0 - 1,20	15
1,20 - 2,40	25
2,40 - 3,00	30

CONCLUSIÓN:

Como las alturas de las olas son menores a 1.2 por tanto:

TAMAÑO MÍNIMO DE ROCAS	30 cm
ESPESOR MÍNIMO DE LA CAPA BASE	50 cm

PREDIMENSIONAMIENTO DE TOMA DE DESCARGA

DESCARGA MÁXIMA Y MÍNIMA - TUBERÍA DE DESCARGA

Utilizando la fórmula para tubos cortos con descarga libre:

$$Q = Cd * A * (2gH)^{1/2}$$

Datos:

A = 0.018 m² **Tubería de 6 pulg**
Hmax = **2.28** m, para la descarga máxima (ALTURA DE DIQUE)
Hmin = 0.3 m, para la descarga mínima
Cd = 0.6
g = 9.81 m/s²

Aplicando: la ecuación mencionada con los datos mencionados.
tenemos:

Qmax =	0.073	m³/s
Qmin =	0.027	m³/s

Qmax =	73.20	lt/seg
Qmin =	26.55	lt/seg

DESCARGA DE FONDO

A) CALCULANDO EL DIÁMETRO DE SALIDA

$$D = \left[\frac{4 * Q}{C * \pi * \sqrt{2} * g * h} \right]^{0.5}$$

Q = 0.073 m³/s
C = 0.59
g = 9.81 m/s²
h = 2.28 mca

D =	0.1537	m	153.69	mm	tubería de 6"	OK!!
-----	---------------	----------	---------------	-----------	----------------------	-------------

B) VERIFICANDO LA VELOCIDAD DE SALIDA

$$Q = V * A$$

Datos:

Q = 0.073 m³/s
D = 0.1537 m
D = 0.15 cm

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

V =	3.95	m/s
-----	-------------	------------

Velocidad recomendada = 3 m/s

Velocidad máxima permisible en tuberías PVC = 5.0 m/s

C) CALCULANDO LA ALTURA DE CARGA CON LA VELOC. RECOMENDADA

$$h = \left[\frac{4 * Q}{C * \pi * D^2 * \sqrt{2 * g}} \right]^2$$

Q= 0.073 m³/s

C= 0.59

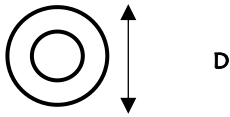
D= 0.15 m

g= 9.81 m/s²

h= 2.28 m/s

D) DIAMETRO DE LA TOMA

El diametro de la toma para el dique será:



D= 0.15 m

D= 6.05 pulgadas

D= 6.00 pulgadas Asumido

18. MECANICA DE SUELOS

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 1 de 30

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE
TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE
ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC,
UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA,
2024”**



QOCHA CHICHICARACHAYOCC

MARZO DE 2025

Ronald Avila Pareja
RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 2 de 30

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”

Estudio de mecánica de Suelos de la QOCHA CHICHICARACHAYOCC

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I: TRABAJOS DE CAMPO

1.1 Antecedente:

1.2 Objetivo

1.3 Descripción del trabajo realizado

1.4 Ubicación del proyecto

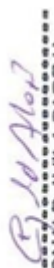
- 1.4.1 Ubicación general
- 1.4.2 Vías de acceso
- 1.4.3 Ubicación del eje del dique
- 1.4.4 Ubicación de la cantera

1.5 Descripción de los trabajos de exploración

- 1.5.1 Tipo de trabajos – cantidad
- 1.5.2 Fecha de exploración
- 1.5.3 Ubicación de trabajos – coordenadas UTM
 - 1.5.3.1 En el eje del dique
 - 1.5.3.2 En la(s) cantera(s)

1.6 Descripción de los suelos encontrados – Norma: “Descripción visual-manual” NTP 339.150 (ASTM D2488)

- 1.6.1 En el eje del dique
- 1.6.2 En la(s) cantera(s)


RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 3 de 30

1.7 Perfil estratigráfico

1.8 Panel fotográfico

- 1.8.1 De vista panorámica sin calicata
- 1.8.2 De las cuatro paredes de la calicata C-1
- 1.8.3 Del fondo de la calicata C-1
- 1.8.4 De la profundidad alcanzada C-1
- 1.8.5 Del material excavado C-1
- 1.8.6 De las cuatro paredes de la calicata C-2
- 1.8.7 Del fondo de la calicata C-2
- 1.8.8 De la profundidad alcanzada C-2
- 1.8.9 Del material excavado C-2
- 1.8.10 De las muestras extraídas C-2
- 1.8.11 De las cuatro paredes de la calicata C-3
- 1.8.12 Del fondo de la calicata C-3
- 1.8.13 De la profundidad alcanzada C-3
- 1.8.14 Del material excavado C-3
- 1.8.15 De la calicata en cantera CAN-1

CAPÍTULO II: TRABAJOS DE GABINETE

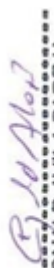
2.1 Ensayo de laboratorio

- 2.1.1 En el eje del dique
- 2.1.2 En la cantera

2.2 Perfil estratigráfico con datos de laboratorio

2.3 Análisis de la cimentación

- 2.3.1 Geología y sismicidad
 - 2.3.1.1 Geología
 - 2.3.1.2 Sismicidad
- 2.3.2 Profundidad de cimentación
- 2.3.3 Capacidad portante


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 4 de 30

2.4 Conclusiones y recomendaciones

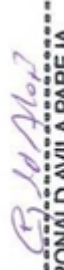
2.4.1 Conclusión

2.4.2 Recomendación

CAPÍTULO III: ANEXOS

3.1 Anexo 1: Reportes de laboratorio de los ensayos

3.2 Anexo 2: Perfil estratigráfico final.


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

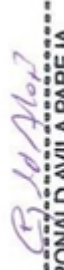
	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 5 de 30

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Ubicación general	6
Cuadro 2: Ubicación UTM del dique.....	7
Cuadro 3: Ubicación UTM de la cantera.....	7
Cuadro 4: Fecha de trabajos realizados.....	8
Cuadro 5: Coordenadas UTM de las calicatas del dique.....	8
Cuadro 6: Coordenadas UTM de las cantera(s)	8
Cuadro 7: Característica de la Cantera	9
Cuadro 8: Características del material extraído del dique en la calicata C-2	19
Cuadro 9: Características de la roca extraída en la calicata C-2	19
Cuadro 10: Características del material extraído de la cantera	20
Cuadro 11: Principales terremoto desde 1940.....	23
Cuadro 12: Parámetros sísmicos del lugar	24
Cuadro 13: Resultados de la capacidad de carga	26

INDICE DE FIGURAS

Imagen 1: Ubicación de Provincia	6
Imagen 2: Vista panorámica de la qocha.....	11
Imagen 3: Cuadro de paredes de la calicata C-1.....	11
Imagen 4: Fondo de calicata C-1	12
Imagen 5: Profundidad alcanzada C-1.....	12
Imagen 6: Material excavado C-1.....	13
Imagen 7: Cuadro de paredes de la calicata C-2.....	13
Imagen 8: Fondo de calicata C-2	14
Imagen 9: Profundidad alcanzada C-2.....	14
Imagen 10: Material excavado C-2.....	15
Imagen 11: Muestras extraídas C-2.....	15
Imagen 12: Cuadro de paredes de la calicata C-3.....	16
Imagen 13: Fondo de calicata C-3	16
Imagen 14: Profundidad alcanzada C-3	17
Imagen 15: Material excavado C-3.....	17
Imagen 16: Calicata en Cantera CAN-1.....	18
Imagen 17: Cinturón de Circumpacífico	22
Imagen 18: Zonas sísmicas del Perú	24


RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 6 de 30

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”.

Estudio de mecánica de Suelos de la QOCHA CHICHICARACHAYOCC

CAPÍTULO I: TRABAJOS DE CAMPO

1.1 Antecedente:

Es estudio de mecánica de suelo se tiene que realizar para calcular el **DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC**

1.2 Objetivo:

Determinar las condiciones geotécnicas del área de emplazamiento del dique de represamiento de la qocha chichicarachayocc, la cual nos permitirá conocer e identificar el fundamento de la base del dique. Los resultados de los análisis de la muestra en el suelo nos permitan determinar la estabilidad del talud de la zona del dique, de tal manera nos asegure su estabilidad.

1.3 Descripción del trabajo realizado:

El trabajo consistió en realizar calicatas para el estudio de suelos, observar la estratigrafía del suelo y así calcular la capacidad admisible del terreno.

1.4 Ubicación del proyecto

1.4.1 Ubicación general

En el cuadro 1 se muestra la ubicación general para llegar al proyecto y en la imagen 1 se muestra la ubicación de la provincia de Angaraes dentro de la región de Huancavelica.

Cuadro 1: Ubicación general

Región	:	Huancavelica
Provincia	:	Angaraes
Distrito	:	Seclla

Imagen 1: Ubicación de Provincia


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 7 de 30



1.4.2 Vías de acceso

Para acceder a la zona del proyecto a partir de Ayacucho se debe ir por la carretera libertadores, pasando rumi chaca y luego carretera afirmada hasta llegar a Castrovirreyna y finalmente Huancavelica-Angaraes -atuna son 250.2 km en auto.

1.4.3 Ubicación del eje del dique

La ubicación del dique en el sistema WGS 84 zona 18L y en coordenadas UTM se muestran en el cuadro 2:

Cuadro 2: Ubicación UTM del dique

QOCHA	ESTE	NORTE	ZONA
CHICHICARACHAYOCC	546507.39	8556733.00	18 L

1.4.4 Ubicación de la cantera

La ubicación de la cantera en el sistema WGS 84 zona 18L y en coordenadas UTM se muestran en el cuadro 3:

Cuadro 3: Ubicación UTM de la cantera

QOCHA	ESTE	NORTE	ZONA
CHICHICARACHAYOCC	546476.39	8556747.42	18 L

RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 8 de 30

1.5 Descripción de los trabajos de exploración

1.5.1 Tipo de trabajos – cantidad

La investigación exploratoria fue mediante prospecciones a cielo abierto mediante calicatas, se realizaron calicatas 03 en el eje del dique y 01 en la cantera. Se hizo la descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno analizado.

1.5.2 Fecha de exploración

La fecha del trabajo de exploración y de campo se muestra en el cuadro

Cuadro 4: Fecha de trabajos realizados

CHICHICARACHAYOCC	20/02/2025
-------------------	------------

1.5.3 Ubicación de trabajos – coordenadas UTM

1.5.3.1 En el eje del dique

En el cuadro 5 muestran las coordenadas UTM de las 3 calicatas realizadas en el eje del dique.

Cuadro 5: Coordenadas UTM de las calicatas del dique

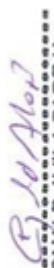
DIQUE	ESTE	NORTE	ZONA
CALICATA 1	546529.25	8556798.44	18 L
CALICATA 2	546456.70	8556767.56	18 L
CALICATA 3	546471.93	8556687.88	18 L

1.5.3.2 En la(s) cantera(s)

Se realizó una calicata en la cantera para hacer el estudio de suelo, las coordenadas UTM se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6: Coordenadas UTM de las cantera(s)

CANTERA	ESTE	NORTE	ZONA
CALICATA	546449.76	8556801.55	18 L


RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 9 de 30

1.6 Descripción de los suelos encontrados – Norma: “Descripción visual-manual” NTP 339.150 (ASTM D2488)

1.6.1 En el eje del dique

De acuerdo al estudio en campo se encontró suelo arenoso de grano medio, con grava de 0 a 50cm aproximadamente, luego se encontró arena limosa con grava de 40 a 130 cm, finalmente roca dura.

1.6.2 En la(s) cantera(s)

La zona es bastante rocosa, se ubicó una cantera cercana con un tipo de suelo (GP-GM) Grava mal graduada limosa con arena

Cuadro 7: Característica de la Cantera

Características de la cantera	
Acceso	Previo acceso al dique, se puede llegar caminando a la cantera, por ser un terreno ligeramente plano.
Tiempo del dique a la cantera	aprox. 10 min
Volumen total de material de préstamo para el dique	2800 m3
Volumen de material de préstamo para el dique (volumen útil o potencia)	1080 m3
Volumen de roca	770 m3
Volumen de material para filtro	110 m3
Tamaño máximo de roca	variable, alcanzando hasta 20"
Calidad del material	Regular
Tipo de explotación de la cantera	Se recomienda con maquinaria pesada (retroexcavadora o cargador frontal)
Tipo de selección	Zarandeo mediante mallas de abertura cuadrada, de tamaño máximo 1"


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 10 de 30

1.7 Perfil estratigráfico

El terreno se encuentra conformado por los siguientes estratos:

Ubicación: en el eje del dique (estribo: derecho)

Calicata: **C-01**

0. 00 -0.40m. Arena de grano medio, con grava de clastos pequeños.

0.40 -1.10 m. Arena de grano fino con grava y limo.

1.10 -1.50 m. napa freática.

Ubicación: en el eje del dique (en el centro)

Calicata: **C-02**

0.00 -0.50m. Arena de grano medio, con grava.

0.50 -1.30m. Arena limosa con grava.

1.30 -1.50 m. Roca intemperizada.

Ubicación: en el eje del dique (estribo: izquierdo)

Calicata: **C-03**

0.00 -0.60 m. Arena de grano de medio, con gravas.

0.60 -1.40 m. Arena de grano medio y fino con limos.

1.40 -1.50 m. Roca intemperizada.

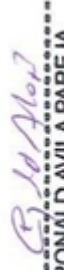
Ubicación: cantera

Calicata: **CAN-01**

0.00-0.40m. Grava con arena de grano medio y fino bien sorteado.

0.40 -0.80 m. Grava mal graduada limosa con arena.

0.80 -1.50 m. Roca dura maciza, gravas aisladas.


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 11 de 30

1.8 Panel fotográfico

1.8.1 De vista panorámica sin calicata

Se visualizó in situ la Qocha Chichicarachayocc y se tomó una foto panorámica presente en la imagen 2 donde se observa la qocha.

Imagen 2: Vista panorámica de la qocha



1.8.2 De las cuatro paredes de la calicata N°1

Foto de la calicata N°1, en la imagen 3 se observa material granular con clastos redondeados de tamaño medio, además de finos con humedad media alta.

Imagen 3: Cuadro de paredes de la calicata C-1




RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 12 de 30

1.8.3 Del fondo de la calicata

En la imagen 4, es más notorio la presencia de humedad esto se evidencia con la napa freática observada también la presencia de fragmentos de roca y grava de considerable granulometría.

Imagen 4: Fondo de calicata C-1



1.8.4 De la profundidad alcanzada

En la imagen 5 se observa la toma de datos de profundidad, no se pudo excavar más profundidad porque se encontró el macizo rocoso a una profundidad de 1.00 m.

Imagen 5: Profundidad alcanzada C-1




RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 13 de 30

1.8.5 Del material excavado

En la imagen 6 se observa el material extraído compuesto por sedimentos finos limo arcillosos con grados de compactación menores.

Imagen 6: Material excavado C-1



1.8.6 De las cuatro paredes de la calicata N°2

Foto de la calicata N°2, en la imagen 7 se observa material granular, gravas compactadas con matriz de finos y se evidencia una humedad media alta.

Imagen 7: Cuadro de paredes de la calicata C-2




RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 14 de 30

1.8.7 Del fondo de la calicata

En la imagen 8 se muestra material granular con gran cantidad de finos y humedad media alta.

Imagen 8: Fondo de calicata C-2



1.8.8 De la profundidad alcanzada

En la imagen 9 se observa la profundidad de 1,30 m de la calicata. No se pudo excavar más profundidad porque se encontró el macizo rocoso.

Imagen 9: Profundidad alcanzada C-2




RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 15 de 30

1.8.9 Del material excavado

En la imagen 10 se puede observar material fino arcilloso, con fragmentos de rocas de clastos medios.

Imagen 10: Material excavado C-2

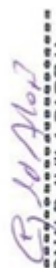


1.8.10 De las muestras extraídas

En la imagen 11 se observa las muestras extraídas encontradas en la superficie

Imagen 11: Muestras extraídas C-2




RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 16 de 30

1.8.11 De las cuatro paredes de la calicata N°3

Foto de la calicata N°3, en la imagen 12 se observa material granular con clastos medianos subredondeados, con presencia de finos y humedad media baja.

Imagen 12: Cuadro de paredes de la calicata C-3

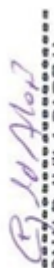


1.8.12 Del fondo de la calicata

En la imagen 13 se observa una mayor cantidad de material granular con sedimento suelto de grano bien gradado.

Imagen 13: Fondo de calicata C-3




RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 17 de 30

1.8.13 De la profundidad alcanzada

En la imagen 14 se puede ver la profundidad de la calicata de 1.40 m., no se pudo excavar más profundidad porque se encontró el macizo rocoso.

Imagen 14: Profundidad alcanzada C-3

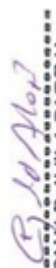


1.8.14 Del material excavado

En la imagen 15 se observa la presencia de gravas y material granular de clastos grandes sub redondeados.

Imagen 15: Material excavado C-3




RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

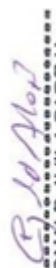
	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 18 de 30

1.8.15 De la calicata cantera

En la imagen 16 se observa gravas con clastos subangulares y arena de grano medio y fino.

Imagen 16: Calicata en Cantera CAN-1




RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 19 de 30

CAPÍTULO II: TRABAJOS DE GABINETE

2.1 Ensayo de laboratorio

En las muestras tomadas se ejecutó los ensayos correspondientes al eje del dique proyectado y en la cantera.

2.1.1 En el eje del dique

De los resultados de laboratorio para el dique, en el cuadro 8 se tiene un resumen de los resultados de la calicata C-2:

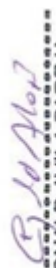
Cuadro 8: Características del material extraído del dique en la calicata C-2

CARACTERISTICAS	CALICATA C-2
Profundidad (m)	1.30
Grava (%)	24
Arena (%)	58
Finos (%)	18
Limite Liquido (%)	28.47
Limite Plástico (%)	24.82
Índice Plástico (%)	3.65
Clasificación SUCS	SM con grava
Humedad Natural (%)	6.97
Densidad natural (gr/cm3)	1.69
Densidad seca (gr/cm3)	1.58
Angulo de fricción Interna (°)	25.18
Cohesión Aparente (Kg/Cm2)	0.04

Se presentan los resultados de laboratorio de la roca extraída de la calicata C-2 en el cuadro 9

Cuadro 9: Características de la roca extraída en la calicata C-2

CARACTERISTICAS	ROCA R-1
Profundidad (m)	1.30
Peso especifico	2.66
Absorción (%)	0.14
Densidad (gr/cm3)	2.59


RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

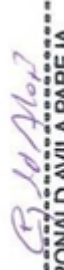
	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 20 de 30

2.1.2 En la cantera

De los resultados de laboratorio para la cantera se tiene los siguientes resultados presentados en el cuadro 10:

Cuadro 10: Características del material extraído de la cantera

CARACTERISTICAS	CALICATA CAN-1
Profundidad (m)	0.80
Grava (%)	44
Arena (%)	49
Finos (%)	7
Limite Liquido (%)	21.64
Limite Plástico (%)	19.01
Índice Plástico (%)	2.63
Clasificación SUCS	GP-GM con arena
Humedad Natural (%)	4.38
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	2.13
Humedad Óptima (%)	8.61


RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 21 de 30

2.2 Perfil estratigráfico con datos de laboratorio

Los suelos que conformación el terreno de fundación donde se proyecta el dique se tiene:

Ubicación: en el eje del dique (estribo: derecho)

Calicata: **C-01**

0.00 -0.40m. Arena de grano medio, con grava de clastos pequeños.

0.40 -1.10 m. Arena de grano fino con grava y limo.

1.10 -1.50 m. napa freática.

Ubicación: en el eje del dique (en el centro)

Calicata: **C-02**

0.00 -0.50m. Arena de grano medio, con grava.

0.50 -1.30m. Arena limosa con grava. Grava= 24%, Arena= 54%, Finos=18 %, LL=28.47 %, LP= 24.82%, IP= 3.65%

1.30 -1.50 m. Roca intemperizada. Las propiedades físicas son: peso específico=2.66, absorción =0.14%, Densidad 2.59 gr/cm³

Ubicación: en el eje del dique (estribo: izquierdo)

Calicata: **C-03**

0.00 -0.60 m. Arena de grano de medio, con gravas.

0.60 -1.40 m. Arena de grano medio y fino con limos.

1.40 -1.50 m. Roca intemperizada.

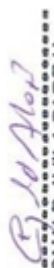
Ubicación: cantera

Calicata: **CAN-01**

0.00-0.40m. Grava con arena de grano medio y fino bien sorteado.

0.40 -0.80 m. Grava mal graduada limosa con arena. Grava= 44%, Arena= 49%, Finos=7 %, LL=21.64 %, LP= 19.01%, IP= 2.63%

0.80 -1.50 m. Roca dura maciza, gravas aisladas.


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 22 de 30

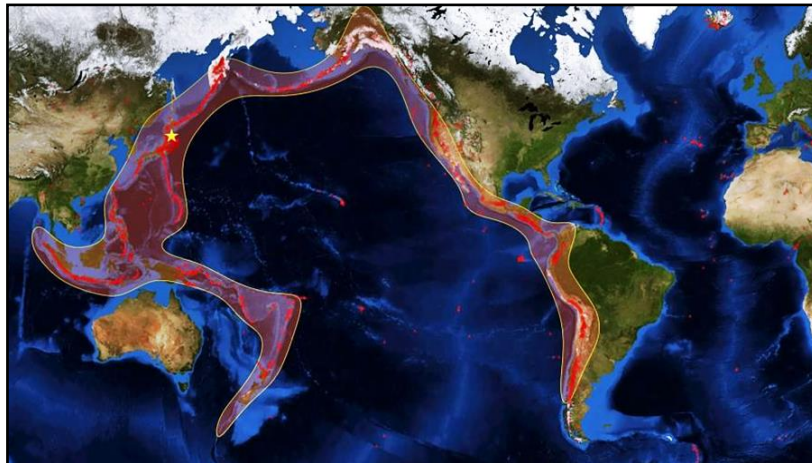
2.3 Análisis de la cimentación

2.3.1 Geología y sismicidad

2.3.1.1 Geología

El Perú está en una de las regiones de más alta actividad sísmica que hay en la Tierra, formando parte del Cinturón Circumpacífico presente en la imagen 17. El marco tectónico regional a mayor escala está gobernado por la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana. Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la fosa oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes.

Imagen 17: Cinturón de Circumpacífico




RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAMELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 23 de 30

2.3.1.2 Sismicidad

La fuente básica de datos de intensidades sísmicas proviene del trabajo del **Dr. E. Silgado (1978)** y **Dr. L. Ocola (1982)**, quienes describen los principales terremotos ocurridos en el Perú desde 1940, los cuales se resumen en el cuadro 11:

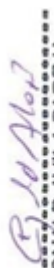
Cuadro 11: Principales terremoto desde 1940

FECHA	INTENSIDAD	EPICENTRO
24-May-1940	VII-VIII MM	120 Km NO de Lima
24-Ago-1942	IX MM	110 Km. NO de Nazca
28-May-1948	VII MM	Cañete
10-Dic-1950	VII MM	Ica
17-Oct-1966	VIII MM	230 Km. NO de Lima
03-Oct-1974	IX MM	90 Km. SO de Lima
18-Abr-1993	VI MM	55 Km. NE de Lima
12-Nov-1996	VII MM	135 Km. SO de Nazca

La fuerza cortante en la base debe calcularse de acuerdo a la **Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismoresistente** por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P$$

Al terreno investigado le corresponde los siguientes parámetros sísmicos la cual detallamos en el cuadro 12 sacadas de la imagen 18 según su zona sísmica:

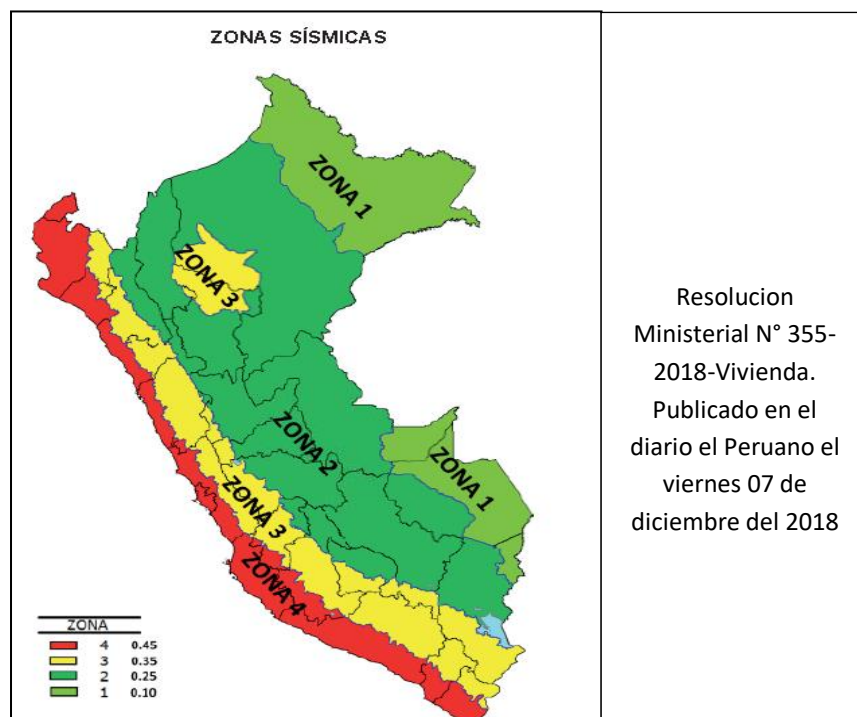

 RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

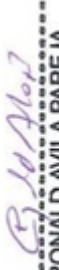
	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 24 de 30

Cuadro 12: Parámetros sísmicos del lugar

PARAMETRO	VALOR
Tipo de suelo	S ₁
Factor de Zona 3 (Z)	0,35
Factor de suelo (S)	1,0
Periodo predominante de vibración T _p (S)	0,4
Periodo predominante de vibración T _L (S)	2,5

Imagen 18: Zonas sísmicas del Perú




RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 25 de 30

2.3.2 Profundidad de Cimentación

La profundidad mínima de cimentación es de:

Estribo derecho:

$$D_f = 0.60 \text{ m}$$

Centro:

$$D_f = 0.60 \text{ m}$$

Estribo izquierdo:

$$D_f = 0.60 \text{ m}$$

2.3.3 Capacidad Portante

Para el cálculo de la capacidad de carga última utilizando la relación de Terzagui – Peck, para corte general con la siguiente relación:

$$q_{ult} = c N_c + \gamma D N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

C = Cohesión aparente (Tn/m²)

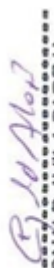
γ = Densidad natural (Tn/m²)

D = Profundidad de análisis (m)

ϕ = Angulo de fricción interna (°)

N_c , N_q y N_γ = Factores de capacidad de carga

Considerando un factor de seguridad un factor de seguridad de $F = 3$ y diferentes alternativas de cimentación, la capacidad de carga admisible la presentamos en el cuadro 13:


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 26 de 30

Cuadro 13: Resultados de la capacidad de carga

Angulo de friccion Interna	Cohesion aparente (kg/cm2)	Densidad del terreno (gr/cm3)	Factores de capacidad de Carga			Df (m)	B (m)	Capacidad de carga admisible qa (kg/cm2)
			Nc	Nq	Ny			
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.50	0.50	1.21
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.50	1.00	1.42
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.50	1.50	1.64
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.50	2.00	1.86
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.50	2.50	2.07
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.60	0.50	1.31
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.60	1.00	1.53
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.60	1.50	1.75
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.60	2.00	1.97
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.60	2.50	2.18
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.70	0.50	1.42
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.70	1.00	1.64
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.70	1.50	1.86
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.70	2.00	2.07
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.70	2.50	2.29
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.80	0.50	1.53
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.80	1.00	1.75
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.80	1.50	1.97
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.80	2.00	2.18
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.80	2.50	2.40
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.90	0.50	1.64
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.90	1.00	1.86
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.90	1.50	2.08
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.90	2.00	2.29
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	0.90	2.50	2.51
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.00	0.50	1.75
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.00	1.00	1.97
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.00	1.50	2.18
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.00	2.00	2.40
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.00	2.50	2.62
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.10	0.50	1.86
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.10	1.00	2.08
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.10	1.50	2.29

RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 27 de 30

25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.10	2.00	2.51
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.10	2.50	2.73
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.20	0.50	1.97
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.20	1.00	2.18
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.20	1.50	2.40
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.20	2.00	2.62
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.20	2.50	2.84
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.30	0.50	2.08
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.30	1.00	2.29
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.30	1.50	2.51
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.30	2.00	2.73
25.18	0.04	1.69	33.42	19.30	15.41	1.30	2.50	2.94

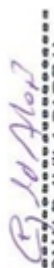

 RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 28 de 30

2.4 Conclusiones y recomendaciones

2.4.1 Conclusión

- El terreno de fundación que se emplaza en la zona de proyecto se encuentra conformado por roca, de calidad regular a buena, en cual asegura una buena capacidad de soporte para el dique proyectado, sobre esta roca se muestra una cobertura de suelo y sobre este suelo se encuentra algunos vestigios de vegetación.
- La roca que se encuentra en la zona del vaso tiene características de estar intemperizada, y sobre los intersticios que hay en la roca se encuentra suelo fino los cuales aseguran buena capacidad de embalse.
- En las prospecciones geotécnicas de investigación en campo (calicatas) se observó material rocoso que impidió llegar a la profundidad de 1.50m. Además de encontrar nivel freática y humedad del suelo.
- La cantera identificada presenta buena potencia y una calidad regular a buena, con granulometría variable y con tamaños entre 12" a 20".
- Por la existencia de materiales de préstamo en cantera se puede usar diques de tierra y enrocado


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 29 de 30

2.4.2 Recomendación

- La profundidad de cimentación tendrá que ser sobre roca, previamente retirada todas las partículas sueltas y restos de vegetación. La profundidad mínima recomendada para el estribo derecho es: $D_f=0.60m$, Centro es: $D_f=0.60m$ y para el estribo izquierdo es: $D_f=0.60m$
- Para la utilización del material del cuerpo del dique proyectado se tendrá que considerar un proceso de selección el cual consiste:

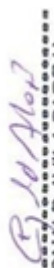
Proceso 1: colocar mallas de abertura cuadrada de 1" y el material pasante será el que se use para el cuerpo del dique, quedando el residuo n° 1.

Proceso 2: Colocar el material residuo n° 1 del proceso 1 sobre una malla de abertura cuadrada de 2.5", el material pasante servirá para el filtro, quedando el residuo n° 2.

Proceso 3: Colocar el material residuo n° 2 del proceso 2 sobre una malla de abertura cuadrada de 12", el material retenido servirá para el enrocado en el dique.

Asimismo en la zona se encuentra bloques de roca las cuales con una limpieza podrían usarse para el enrocado.

- Se recomienda que el material de cantera obtenida en el proceso 1 (material para el cuerpo del dique) sea humedecida y compactada, hasta alcanzar el 90% de la máxima densidad del ensayo de próctor.
- Se recomienda que el espesor en la conformación del cuerpo del dique sea entre 15 a 20 cm.
- Los controles de compactación en el cuerpo del dique serán como mínimo uno por cada espesor compactado.

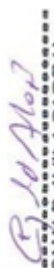

RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	ESTUDIO DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”	RONALD AVILA PAREJA
			Página 30 de 30

CAPÍTULO III: ANEXOS

3.1 Anexo 1: Reportes de laboratorio de los ensayos

3.2 Anexo 2: Perfil estratigráfico final.


RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

SOLICITANTE : PROYECTO DE TESIS

CALICATA : C-2

PROYECTO : SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

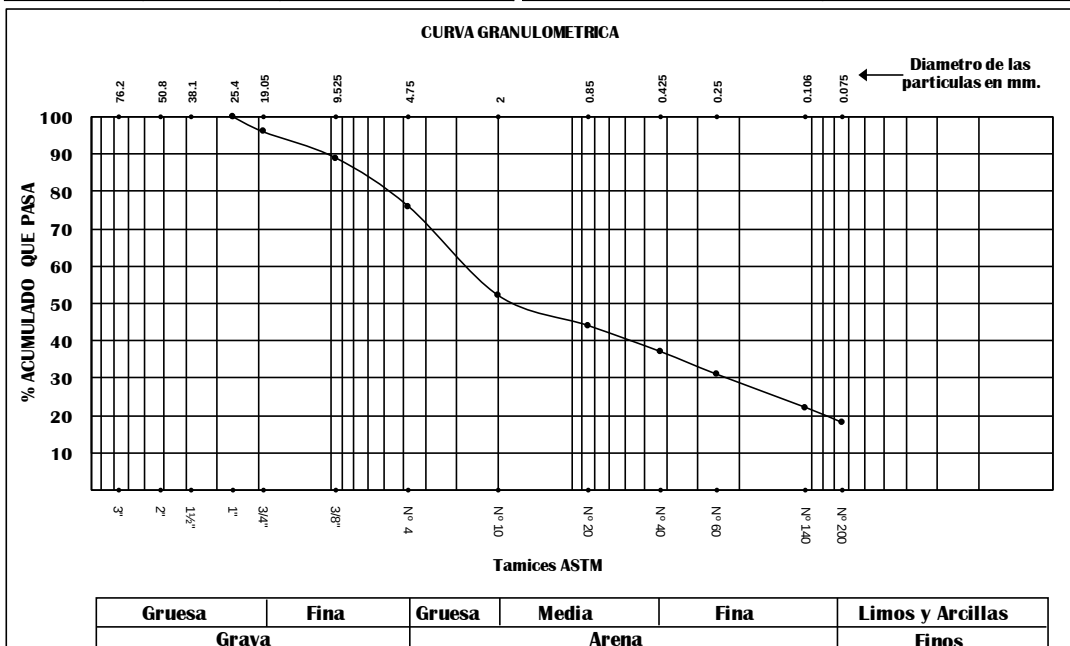
Muestra : Mab-1

QOCHA : CHICHICARACHAYOCC

PROFUNDIDAD : 1.30 m.

FECHA : Carabayllo, marzo 2025

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	28.47
3"	76.20		Limite plastico (%)	24.82
2"	50.80		Indice plastico (%)	3.65
1 1/2"	38.10		Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	100	Resultado: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	96	Coeficiente de:	
3/8"	9.525	89	-Uniformidad	
Nº 4	4.750	76	-Curvatura	
Nº 10	2.000	52	Material:	
Nº 20	0.850	44	-Grava %	24
Nº 40	0.425	37	-Arena %	58
Nº 60	0.250	31	-Finos %	18
Nº 140	0.106	22	Clasificacion:	
Nº 200	0.075	18	-AASHTO	A-1b (0)
			-SUCS	SM con grava
			Nombre de grupo:	Arena limosa con grava
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	6.97



RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 221333

SOLICITANTE : PROYECTO DE TESIS

CALICATA : CANTERA CAN-1

PROYECTO : SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

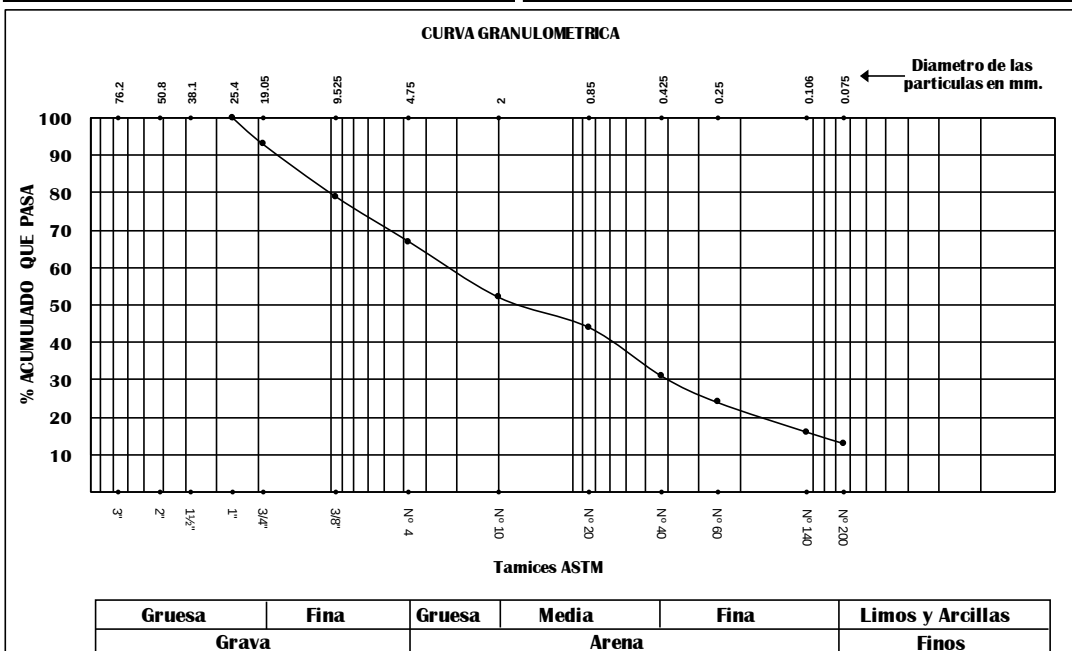
Muestra : Mab-1

QOCHA : CHICHICARACHAYOCC

PROFUNDIDAD : 0.70 m.

FECHA : Carabayllo, marzo 2025

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	Limite liquido (%)	18.36
3"	76.20		Limite plastico (%)	15.92
2"	50.80		Indice plastico (%)	2.44
1 1/2"	38.10		Limite de contraccion (%)	-
1"	25.40	100	Resultado: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/4"	19.05	93	Coeficiente de:	
3/8"	9.525	79	-Uniformidad	
Nº 4	4.750	67	-Curvatura	
Nº 10	2.000	52	Material:	
Nº 20	0.850	44	-Grava % 33	
Nº 40	0.425	31	-Arena % 54	
Nº 60	0.250	24	-Finos % 13	
Nº 140	0.106	16	Clasificacion:	
Nº 200	0.075	13	-AASHTO A-1b (0)	
			-SUCS SM con grava	
			Nombre de grupo: Arena limosa con grava	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	4.92



RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 221333

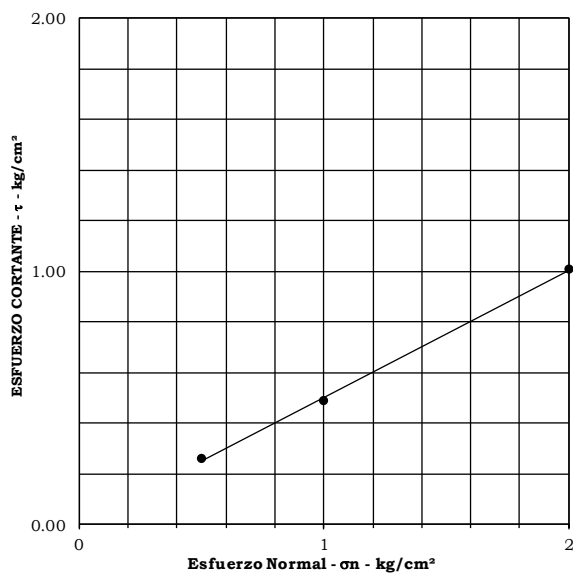
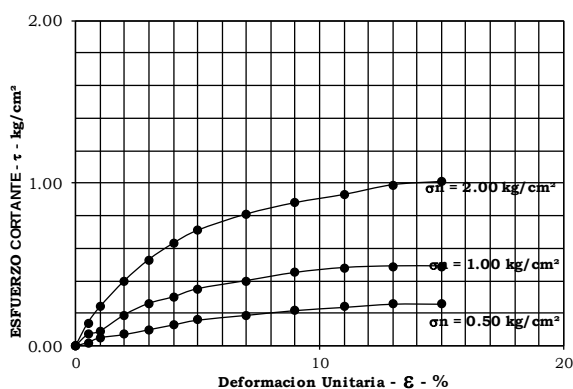
SOLICITANTE : PROYECTO DE TESIS

PROYECTO : SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

QOCHA : CHICHICARACHAYOCC

FECHA : Carabaylo, marzo 2025

ENSAYO DE CORTE DIRECTO



CALICATA : C-2

Profundidad (m.) : 1.30

Clasificación SUCS : SM con grava

Angulo de fricción interna del suelo : 25.18 °

Cohesión Aparente del suelo : 0.04 kg/cm^2

Densidad Seca Promedio : 1.58 gr/cm^3

Humedad Natural : 6.97 %

Especimen	A	B	C
Lado (cm)	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	2.54	2.54	2.54

Esfuerzo Normal (kg/cm^2)	0.50	1.00	2.00
Deformación Unitaria ϵ - %	Esfuerzo Cortante kg/cm^2		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.02	0.07	0.14
1.0	0.05	0.09	0.24
2.0	0.07	0.19	0.40
3.0	0.10	0.26	0.53
4.0	0.13	0.30	0.63
5.0	0.16	0.35	0.71
7.0	0.19	0.40	0.81
9.0	0.22	0.45	0.88
11.0	0.24	0.48	0.93
13.0	0.26	0.49	0.99
15.0	0.26	0.49	1.01

NORMA UTILIZADA:


INACAL- NTP 339.171:2002 "SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas no drenadas".

RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

SOLICITANTE : PROYECTO DE TESIS

PROYECTO : SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

QOCHA : CHICHICARACHAYOCC

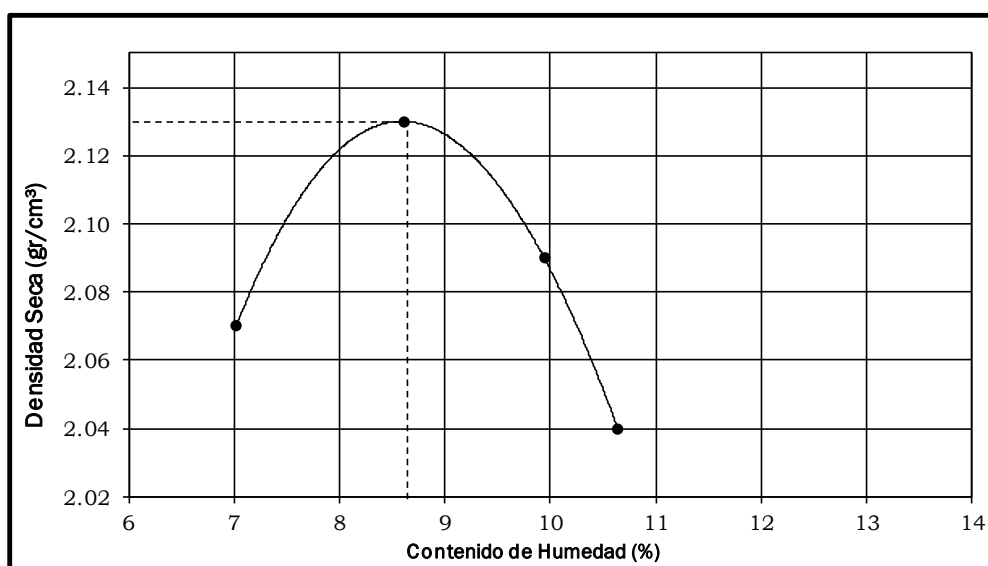
MUESTRA : MATERIAL DE PRESTAMO PARA CUERPO DE DIQUE

PROFUNDIDAD : 0.80 m.

FECHA : Carabaylo, marzo 2025

COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 - MTC 115-200

Nº Capa	5	5	5	5
Golpes por capa N°	56	56	56	56
Peso molde + suelo hú (gr)	11313	11522	11488	11402
Peso de molde (gr)	6608	6608	6608	6608
Peso del suelo húmedc (gr)	4705	4914	4880	4794
Volumen del molde (cm3)	2124	2124	2124	2124
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.215	2.313	2.298	2.257
Densidad seca (gr/cm3)	2.07	2.13	2.09	2.04
Tarro N°				
Tarro + Suelo húmedo (gr)	205.8	214.8	218.3	218.9
Tarro + Suelo seco (gr)	195.5	201.7	203.2	202.9
Peso del Agua (gr)	10.31	13.11	15.07	15.97
Peso del tarro (gr)	48.72	49.36	51.64	52.79
Peso del suelo seco (gr)	146.8	152.3	151.6	150.1
Humedad (%)	7.02	8.61	9.94	10.64



Resultado del Ensayo: Densidad Seca Máxima = 2.13 gr/cm³

Humedad Optima = 8.61 %

NORMA: INACAL-NTP 339.141:1999 "SUELOS. Relación Humedad-Densidad por método de Proctor Modificado"

R. J. Alar
RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 221333

SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CHICHICARACHAYOCC

SOLICITANTE : PROYECTO DE TESIS
PROYECTO : SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS
QOCHA : CHICHICARACHAYOCC
MUESTRA : ROCA R-1
ENSAYO : DETERMINACION DE PROPIEDADES FISICAS DE LA ROCA
FECHA : CARABAYLLO, MARZO 2025

**DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO, PORCENTAJE DE ABSORCION,
PESO VOLUMETRICO O DENSIDAD APARENTE, POROSIDAD-NTP 400.021 / 400.022-**

$$Pe = \frac{W_{seco}}{W_s - W_a} \quad (\text{Peso específico})$$

$$Pe_{SSS} = \frac{W_s}{W_s - W_a} \quad (\text{Peso específico saturado con superficie seca})$$

$$\% A = \frac{W_s - W_{seco}}{W_{seco}} \times 100 \quad (\text{Porcentaje de Absorción})$$

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_t} \quad (\text{Peso volumétrico})$$

$$\eta = \frac{[(Pe - \gamma) / Pe]}{\gamma} \times 100 \quad (\text{Porcentaje de porosidad})$$

donde:

W_{seco} : Peso seco de la muestra 493.3 gr.
W_s : Muestra saturada con superficie seca 494 gr.
W_a : Peso de la muestra en el agua 308.29 gr.
M_s : Peso del material 928.0 gr.
V_t : Volumen total del material 358.30 cm³
γ_d : Densidad kg/m³

Pe =	2.66
% A =	0.14

γ_d =	2590.00 kg/m³
=	2.59 gr/cm³

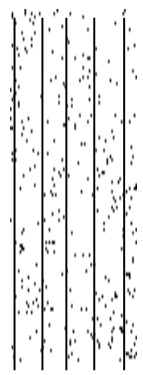
η =	2.63 %
------------	---------------




RONALD AVILA PAREJA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 221333

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO					LAMINA No. 1				
QOCHA :		CHICHICARACHAYOCC			C-02				
PROYECTO :		ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAMELICA, 2024”							
Nivel Freatico: no se encontro Profundidad : 1.50 m.				Registrado por : RAP Fecha : 1 de Marzo de 2025					
Prof. (m)	Símbolo	Descripción	Valores Medios	Humedad ° L.P. ◯ ——— ◯ L.L. 10 20 30 40					
0.50		0.00-0.50 m. Arena de grano medio con grava							
1.00		0.50-1.30 m. Arena limosa con grava.	Grava: 24 Arena: 54 Finos: 18 %w= 6.97						
1.50		1.30-1.50 m. roca intemperizada							

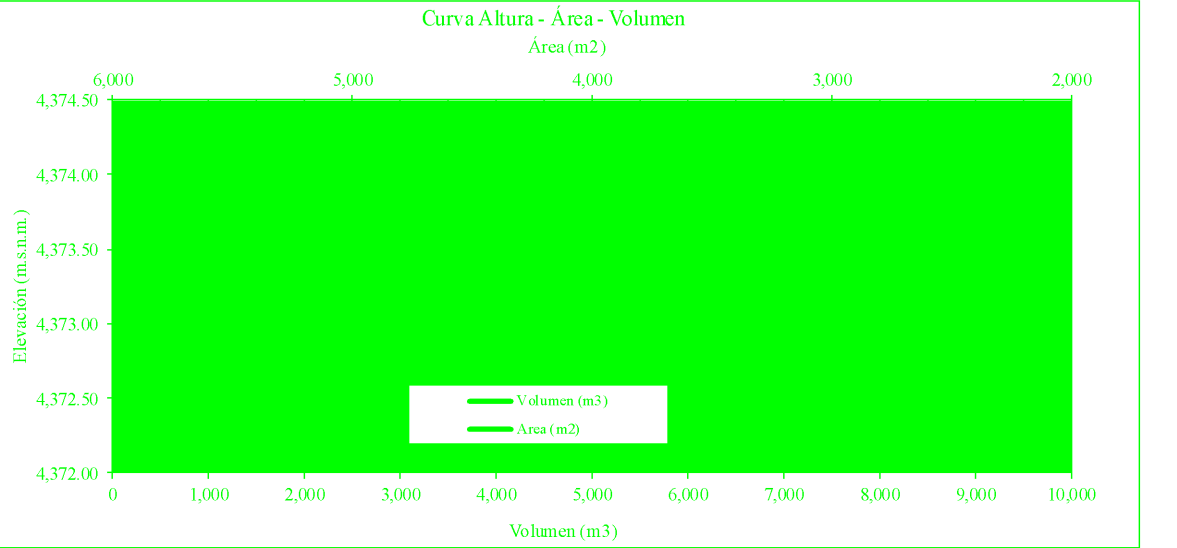
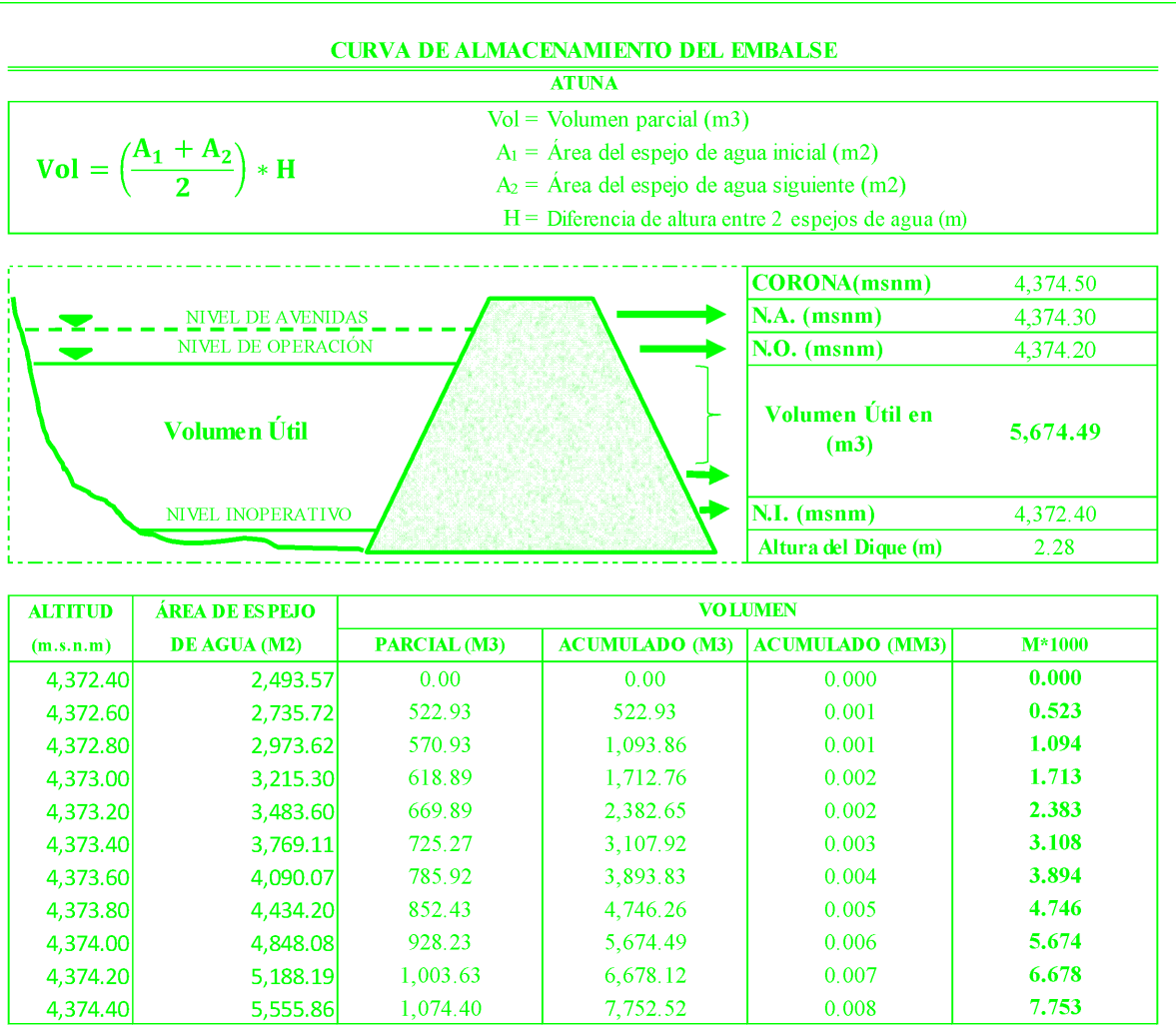
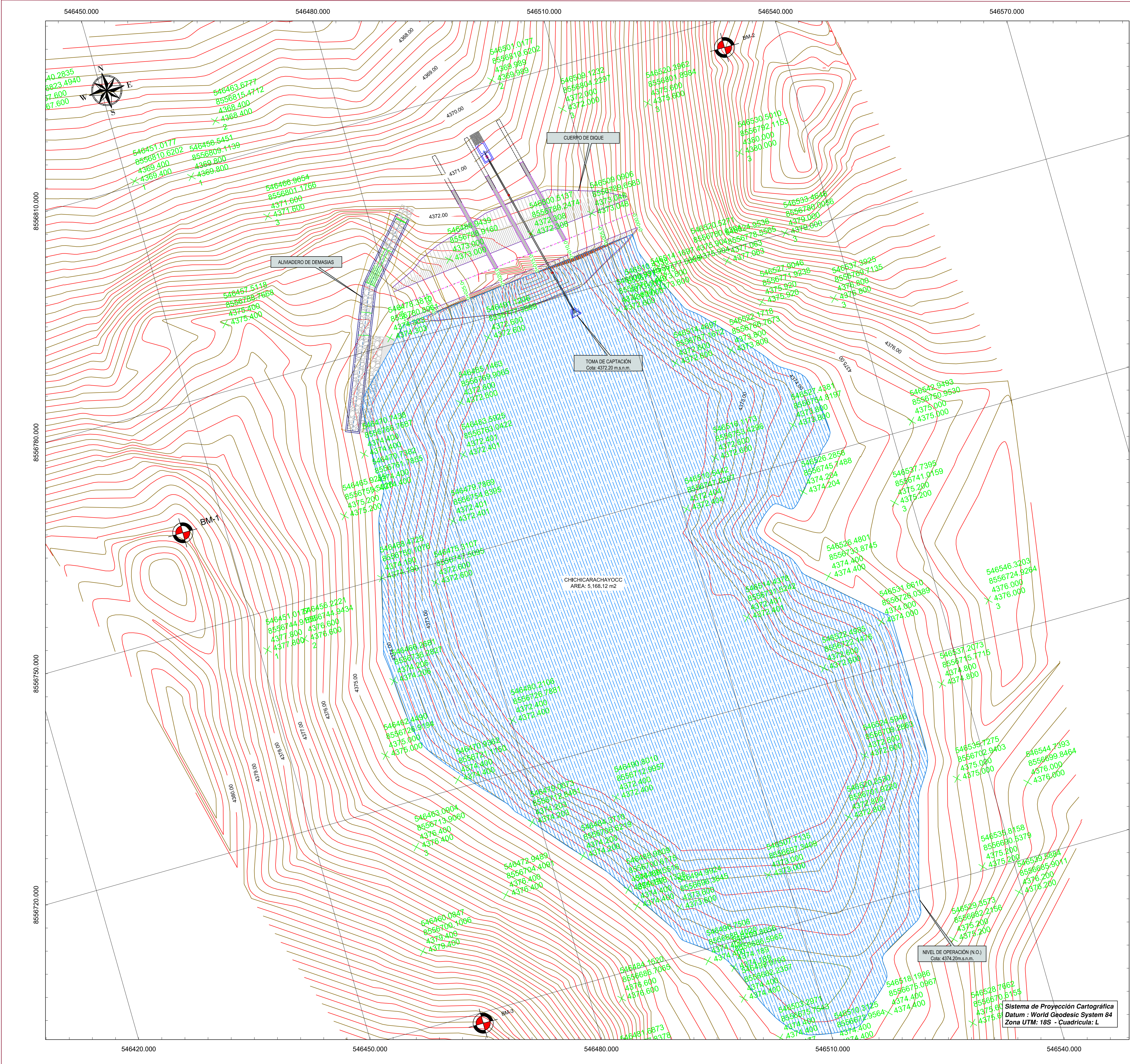

 RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO					LAMINA No. 1		
QOCHA :		CHICHICARACHAYOCC			C-03		
PROYECTO :		ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA LA ELABORACION DE TESIS “DISEÑO DEL DIQUE PARA INCREMENTAR EL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE LA QOCHA CHICHICARACHAYOCC, UTILIZANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, ATUNA - HUANCAVELICA, 2024”					
Nivel Freatico: no se encontro. Profundidad : 1.50 m.				Registrado por : RAP Fecha : 1 de Marzo de 2025			
Prof. (m)	Símbolo	Descripción	Valores Medios	Humedad ° L.P. ———— L.L. 10 20 30 40			
0.50		0.00-0.60 m. Arena de grano medio con grava					
1.00		0.60-1.40 m. Arena de grano fino con limo.					
1.50		1.40-1.50 m. roca intemperizada					



 RONALD AVILA PAREJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 221333

19. JUEGO DE PLANOS



CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE			
ITEM	DESCRIPCIÓN	DATOS	UNIDAD
01	EMBALSE		
	NIVEL DE AVENIDAS (N.A.)	4,374.30	m.s.n.m.
	NIVEL DE OPERACIÓN (N.O.)	4,374.20	m.s.n.m.
02	DIQUE: TIERRA CON MATERIAL DE PRESTAMO		
	NIVEL DE CORONA	4,374.50	m.s.n.m.
	ALTURA MÁXIMA DEL DIQUE (Desde el cauce)	2.28	m.
	LONGITUD MÁXIMA DEL DIQUE	34.00	m.
	ANCHO DE CORONA	2.50	m.
	TALUD AGUAS ARRIBA (V/H)	1:2	
03	ALIVIADERO: DESCARGA LIBRE		
	NIVEL DE VERTEDERO	4,374.20	m.s.n.m.
	LONGITUD DE ALIVIADERO	30.00	m.
	ANCHO DE VENTANA DEL VERTEDERO	6.00	m.
04	OBRA DE TOMA		
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESCARGA	160.00	mm.
	LONGITUD DE LA TUBERÍA DE DESCARGA	24.00	m.

CUADRO DE COORDENADAS (BMs)				
Nº	PUNTOS	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m)
1	BM-1	546,444.344	8,556,763.230	4,379.207
2	BM-2	546,532.412	8,556,806.302	4,379.768
3	BM-3	546,465.274	8,556,688.578	4,381.851

CUADRO DE COORDENADAS (DIQUE)				
Nº	PROG.	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m)
1	0+000.00	546,514.568	8,556,788.186	4,374.500
2	0+034.00	546,480.743	8,556,784.738	4,374.500

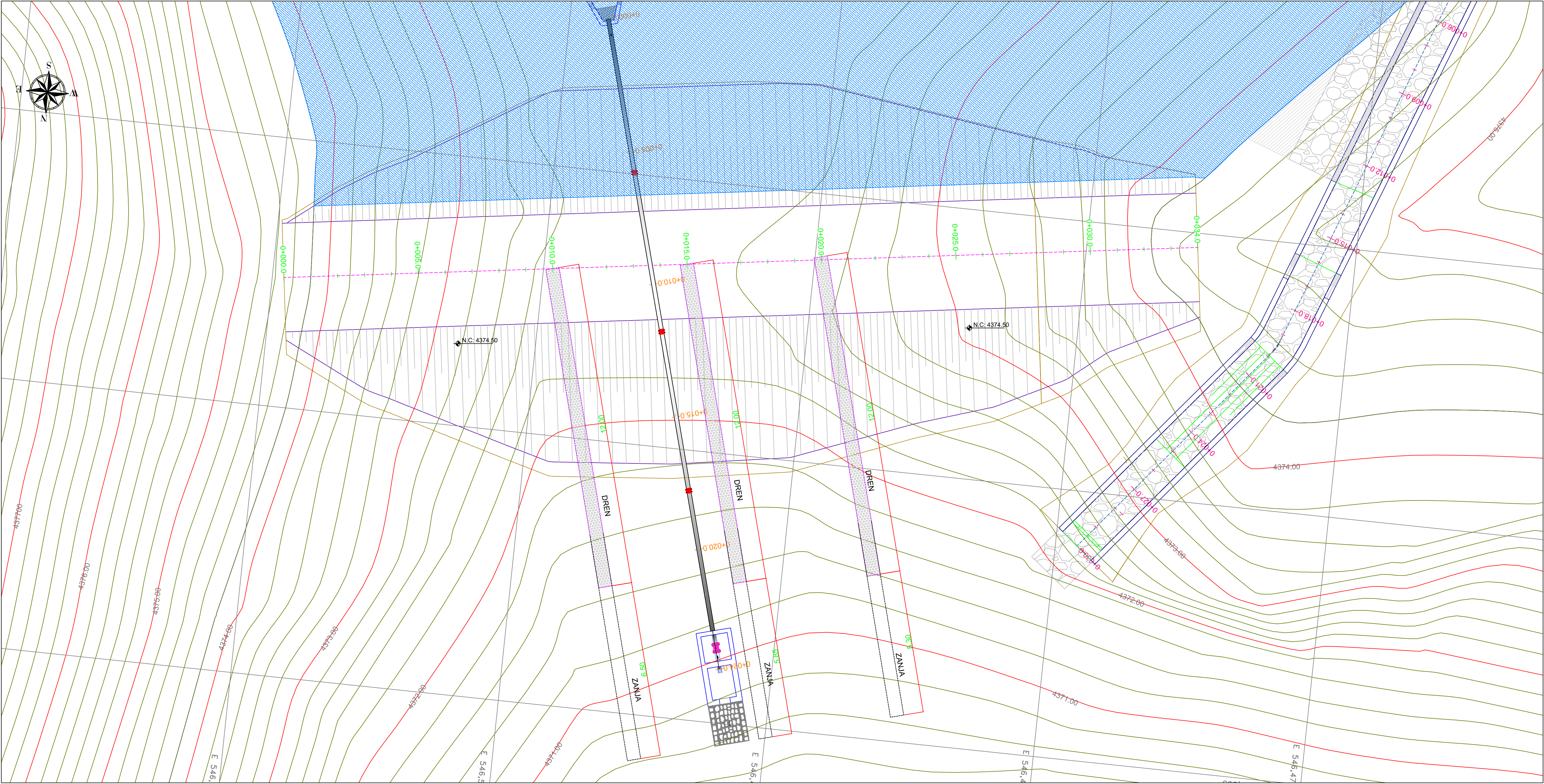
LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
ESPEJO DE AGUA PROYECTADO	
ESPEJO DE AGUA EXISTENTE	
EJE DE DIQUE	
CURVAS DE NIVEL	
DREN	



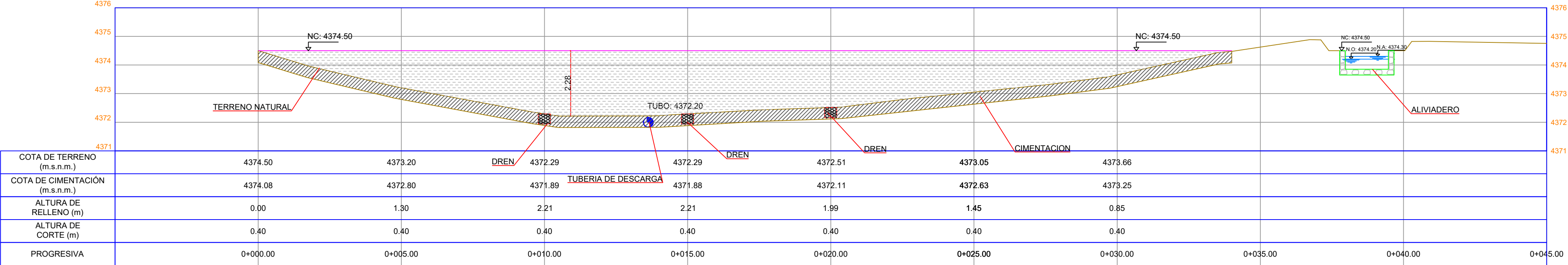
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

PLANO:		
PLANO DE PLANTA		
ELABORADO POR:		PLANO Nº:
LUIS POMASONCCO BALDEON		PP - 01
FECHA:	ESCALA:	
MAYO - 2025	1:250	

PLANTA DEL DIQUE CHICHICARACHAYOCC
ESCALA 1:100



PERFIL DIQUE CHICHICARACHAYOCC
ESCALA 1:100



LEYENDA	
ABREVIATURA	DESCRIPCION
NA	NIVEL DE AVENIDAS
NO	NIVEL DE OPERACION
NC	NIVEL DE CORONA
NFC	NIVEL DE FONDO DE CIMENTACION
NPT	NIVEL DE PISO TERMINADO

CUADRO DE PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (Df)			
TRAMO	INICIO	FIN	Df (m)
1	0+000.00	0+010.00	0.40
2	0+010.00	0+020.00	0.40
3	0+020.00	0+034.00	0.40

CUADRO DE PROFUNDIDAD DE ANCLAJE (Ha)			
TRAMO	INICIO	FIN	Ha (m)
1	0+000.00	0+010.00	1.50
2	0+010.00	0+020.00	1.50
3	0+020.00	0+034.00	1.50



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

PLANO:

PLANO DE PERFIL

ELABORADO POR:
LUIS POMASONCCO BALDEON

FECHA:
MAYO - 2025

ESCALA:
INDICADA

PLANO N°:
PPE - 01

CUADRO DE PROFUNDIDAD DE ANCLAJE (Ha)			
TRAMO	INICIO	FIN	Ha (m)
1	0+000.00	0+010.00	1.50
2	0+010.00	0+020.00	1.50
3	0+020.00	0+034.00	1.50



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. LUIS POMASONCCO BALDEON
R.D. N° 093-2025-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintiún días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por el Dr. Jorge Edmundo Pastor Watanabe, Ing. John Samuel Cazorla Orihuela como asesor, Mtro. Pelayo Carrillo Medina y el Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Diseño del dique en la siembra y cosecha de agua para incrementar el volumen de almacenamiento, utilizando el software Civil 3d, Angaraes - Huancavelica, 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola presentado por el Bachiller **LUIS POMASONCCO BALDEON**.

El señor Decano previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberacion y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. Jorge Edmundo Pastor Watanabe	16	16	16	16
Ing. John Samuel Cazorla Orihuela	14	13	13	13
Mtro. Pelayo Carrillo Medina	16	12	13	13
Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán	12	12	12	12
PROMEDIO GENERAL				14

OBSERVACIÓN: Por acuerdo unánime de los miembros del jurado, el título del trabajo de investigación debe ser: **Diseño del dique para incrementar el volumen de almacenamiento de la qocha Chichicarachayocc, utilizando el software Civil 3d, Atuna - Huancavelica, 2024**

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


Dr. Jorge Edmundo Pastor Watanabe
Presidente


Mtro. Pelayo Carrillo Medina
Jurado


Ing. John Samuel Cazorla Orihuela
Asesor


Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán
Jurado


Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Diseño del dique para incrementar el volumen de almacenamiento de la qocha Chichicarachayocc, utilizando el software Civil 3d, Atuna - Huancavelica, 2024

Autor : Luis POMASONCCO BALDEON

Asesor : John Samuel CAZORLA ORIHUELA

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintiuno (21 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2712081565

Ayacucho, 08 de julio de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de Originalidad de Trabajos de Tesis

Diseño del dique para incrementar el volumen de almacenamiento de la qocha Chichicarachayocc, utilizando el software Civil 3d, Atuna - Huancavelica, 2024

por Luis POMASONCCO BALDEON

Fecha de entrega: 08-jul-2025 03:45p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2712081565

Nombre del archivo: Tesis_Luis_Pomasoncco_Baldeon_EPIA.docx (9.02M)

Total de palabras: 14005

Total de caracteres: 75068

Diseño del dique para incrementar el volumen de almacenamiento de la qocha Chichicarachayocc, utilizando el software Civil 3d, Atuna - Huancavelica, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %	18 %	4 %	18 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	8 %
	Trabajo del estudiante	
2	hdl.handle.net	4 %
	Fuente de Internet	
3	es.wikipedia.org	1 %
	Fuente de Internet	
4	repositorio.upla.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
5	pt.slideshare.net	1 %
	Fuente de Internet	
6	vsip.info	1 %
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Politécnica del Perú	1 %
	Trabajo del estudiante	
8	Submitted to Universidad de Piura	1 %
	Trabajo del estudiante	
9	dspace.unitru.edu.pe	1 %
	Fuente de Internet	
10	repositorio.usmp.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
11	www.slideshare.net	<1 %
	Fuente de Internet	

12	1library.co Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.ecured.cu Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.gobiernogalapagos.gob.ec Fuente de Internet	<1 %
19	ITALPCER INGENIERIA Y MEDIO AMBIENTE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Instalación y Represamiento de la Laguna Estanco y Sistema de Riego por Aspersión en las Comunidades Campesinas de San Pedro de Racco - Quiulacocha. Distrito de Simón Bolívar - Pasco - Pasco-IGA0013828", R.D.G. N° 121- 2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2021 Publicación	<1 %
20	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Diseño del dique para incrementar el volumen de almacenamiento de la qocha Chichicarachayocc, utilizando el software Civil 3d, Atuna - Huancavelica, 2024

Design of the dam to increase the storage volume of the Chichicarachayocc qocha, using Civil 3D software, Atuna - Huancavelica, 2024

Luis Pomasoncco Baldeon¹
John Samuel Cazorla Orihuela²
Áreas de investigación
Línea de investigación

luis.pomasoncco.21@unsch.edu.pe
john.cazorla@unsch.edu.pe
: Medio Ambiente
: Hidrología e hidráulica

RESUMEN

Esta investigación se centra en el análisis del diseño del dique de la qocha Chichicarachayocc mediante el software Civil 3D, para incrementar su capacidad de almacenamiento en Atuna en el departamento de Huancavelica, a fin de optimizar el recurso hídrico para su utilización en irrigación agrícola. El estudio surge ante la problemática del cambio climático, que ha ocasionado retrasos y escasez de lluvias, afectando la productividad agrícola y generando preocupación en las comunidades locales. Se plantea la construcción de dique de tierra con materiales locales (tierra, arcilla y piedra) para almacenar el agua de lluvias mediante la técnica ancestral de siembra y cosecha de agua. Esto permitirá una gestión eficiente del agua, especialmente en temporadas secas, beneficiando al centro poblado de Atuna tanto en la producción agrícola como en el uso doméstico. En el desarrollo metodológico, se realizaron estudios topográficos e hidrológicos que determinaron un caudal máximo de diseño de 0.785 m³/s y una oferta hídrica de 133,132.72 m³. El diseño estructural del dique incluye una longitud de 34 metros, un ancho de 2 metros en la corona, un dentellón de 0.50 metros y una cimentación de 0.40 metros, con taludes de 2H:1V. Los resultados del proyecto indican que el uso de qochas no solo contribuye a la recarga de acuíferos, sino que también representa una alternativa económica y sostenible para enfrentar la escasez de agua. Asimismo, la tesis válida la hipótesis planteada al presentar planos de diseño estructural que garantizan la estabilidad y funcionalidad del dique, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región. En conclusión, la implementación de este proyecto permitirá a los agricultores de Atuna enfrentar de manera efectiva los impactos del cambio climático, promoviendo un uso racional del agua y mejorando la calidad de vida de la comunidad local.

Palabras clave: Diseñar un dique y qocha.

ABSTRACT

This research focuses on the analysis of the design of the Chichicarachayocc dam using Civil 3D software, to increase its storage capacity in Atuna, located in the Huancavelica department, in order to optimize water resources for agricultural irrigation. The study arises in response to the challenges posed by climate change, which has caused delays and a shortage of rainfall, affecting agricultural productivity and generating concern among local communities. The construction of an earthen dam using local materials (soil, clay, and stone) is proposed to store rainwater through the ancestral technique of water harvesting. This will enable efficient water management, especially during dry seasons, benefiting the Atuna settlement in both agricultural production and domestic use. In the methodological development, topographic and hydrological studies were conducted, determining a maximum design flow of 0.785 m³/s and a water supply of 133,132.72 m³. The structural design of the dam includes a length of 34 meters, a width of 2 meters at the crest, a notch of 0.50 meters, and a foundation of 0.40 meters, with slopes of 2H:1V. The project results indicate that the use of qochas not only contributes to aquifer recharge but also represents an economic and sustainable alternative to address water scarcity. Additionally, the thesis validates the proposed hypothesis by presenting structural design plans that ensure the stability and functionality of the dam, contributing to the sustainable development of the region. In conclusion, the implementation of this project will allow farmers in Atuna to effectively face the impacts of climate change, promoting rational water use and improving the quality of life for the local community.

Keywords: Designing a dam and qocha.

I. INTRODUCCIÓN

Minagri (2019), menciona que en nuestro país se dispone de diversos estudios, proyectos de aprovechamiento hídrico, los cuales, concluyen con la necesidad de construir presas y/o diques de tierra que almacenan y regulan las aguas en épocas de lluvias y distribuirlos en épocas de estiaje. En estos casos son más comunes los diques con dimensiones pequeñas que sirven para el atajo de las Qochas. El uso eficiente del agua implica la utilización de mejores sistemas de extracción, conducción y almacenamiento de agua; además del cambio de la forma de pensar de los usuarios del recurso.

Minagri (2019), menciona que en el mundo el problema del cambio climático sin duda es una situación alarmante, en parte esto ha provocado los retrasos y escasez de lluvias para las zonas agrícolas, por lo que se debe optar por medidas preventivas y correctivas para afrontar los cambios negativos debido al mal uso de los recursos por parte del ser humano. Además, debido a los cambios climatológicos se están derritiendo aceleradamente las reservas de agua sólida, por lo que es el momento de revalorar el cuidado del agua para asegurar la calidad de vida. Estos hechos climatológicos ocasionan una reacción de mucha preocupación para la humanidad que se preocupa por la conservación y sanación del habitat, es por esto que cada humano debe entender y saber que la Tierra se está muriendo por el mal uso que se le da, se tiene que ver la manera de apoyar a dar solución con todos los avances tecnológicos que se han logrado, tal vez la única manera de sanar el planeta, es con la ayuda de los avances de la ciencia, tecnología y su buen uso.

Descripción del problema

La extinción de los glaciares de los andes afecta a la productividad del ser humano, porque

depende de su agua dulce, cuando se derrite en la época de estiaje, con su desaparición habrá un desequilibrio en el ciclo del agua, que afectará a todo un ecosistema como la deforestación, pérdida de tierras y los manantes naturales que tienen se secan y será muy tarde para poder revertirlo, ya que estos glaciares se formaron en miles de años.

En el centro poblado de Atuna se tiene un clima templado desde mayo hasta octubre y un clima lluvioso de noviembre hasta abril, en este tiempo de lluvias es donde se tiene que aprovechar el uso del recurso hídrico mediante la siembra y cosecha de agua, esta técnica ancestral permitirá mitigar los problemas mencionados a consecuencia del cambio climático, los agricultores de esta parte del país están percibiendo los efectos de este problema en la agricultura, ganadería y en general a todo el uso que se le puede dar a este elemento.

Problema general

¿Se requiere aprovechar el recurso hídrico mediante el uso de qochas para su utilización en irrigación con el método de siembra y cosecha de agua?

Problema específico

1. ¿Se puede determinar el volumen de almacenamiento actual de la qocha?
2. ¿Se puede realizar el modelamiento de la estructura del dique?

Objetivos

Objetivo general

El objetivo es diseñar el dique de la qocha Chichicarachayocc para incrementar su capacidad de almacenamiento en Atuna en el departamento de Huancavelica.

Objetivo específico

- I. Determinar el volumen de almacenamiento.
- II. Calcular la estructura del dique para el aprovechamiento del recurso hídrico.

II. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

2.1.1 Ubicación política del proyecto de investigación

Departamento : Huancavelica

Provincia : Angaraes

Distrito : Seclla

Centro Poblado : Atuna

2.1.2 Ubicación geográfica

La ubicación geográfica del área de estudio está ubicada en las coordenadas UTM WGS 84, Zona 18I-UTM:

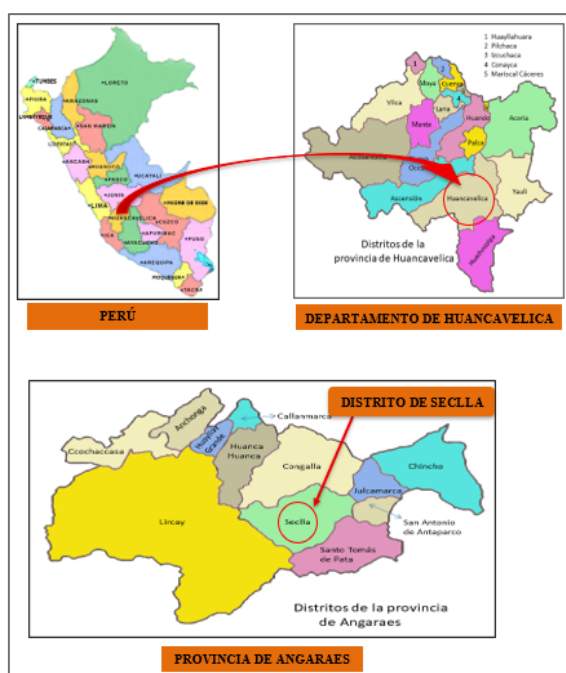
Este : 553787.62 m E

Norte : 8554809.11 m S

Altitud : 4436.50 m.s.n.m.

Figura 1

Ubicación de la qocha en estudio



2.2. Materiales y equipos

Los materiales y equipos principales utilizados para crear el trabajo de investigación actual se enumeran a continuación.

2.2.1. Materiales

- ✓ Datos de estaciones meteorológicos de Senamhi.
- ✓ Material de escritorio.

2.2.2. Equipos

- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Libreta de apuntes.
- ✓ GPS diferencial.
- ✓ Receptor de GPS diferencia
- ✓ GPS (manual).
- ✓ Laptop, impresora. Fotocopias.
- ✓ Google Earth.
- ✓ Civil 3d.

2.2.3. Herramientas del campo

- ✓ Pintura color rojo, blanco.

2.3. Procedimiento metodológico

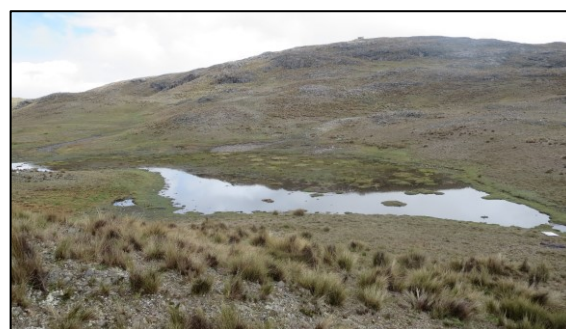
2.3.1. Fase de campo

- ✓ Reconocimiento de campo

Primeramente, se realiza el reconocimiento de campo para el levantamiento topográfico del área del embalse.

Figura 2

Reconocimiento del vaso de la qocha en el centro poblado de Atuna



- ✓ Levantamiento topográfico.

Mediante la utilización de GPS navegados.

Se realiza el levantamiento topográfico del vaso o área del embalse del dique.

Colocación de puntos geodésicos o BM en puntos fijos.

Tabla 1

Colocación de puntos geodésicos

Nombre del punto	Este(m)	Norte(m)	Elevación	Zona UTM
BM1	546444.34	8556763.23	4379.21	18S
BM2	546532.41	8556806.3	4379.77	18S
BM3	546465.27	8556688.58	4381.85	18S

Figura 3

Puntos de control geodésico



2.3.2. Fase de gabinete

- ✓ Realización de las curvas de nivel y el vaso del dique

Para la generación de las curvas de nivel, se llevó a cabo primero un levantamiento topográfico. Posteriormente, se obtienen modelos del terreno en 3D, con curvas de nivel cada 10 cm, lo que permite una visualización más clara del relieve del terreno para el desarrollo del proyecto.

Figura 4

Imagen de qocha georreferenciada

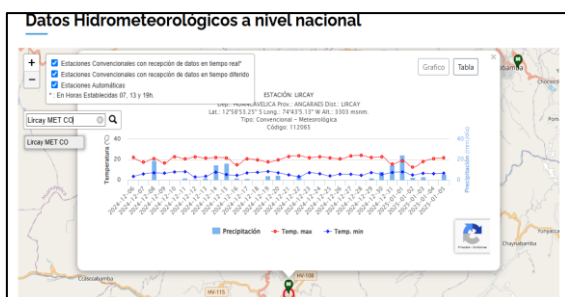


- ✓ Extracción de datos meteorológicos

Se realiza a la extracción de datos meteorológicos de la estación de Lircay y estación de Acobamba, de la base de datos del SEHNAMI.

Figura 5

Extracción de datos meteorológicos SEHNAMI



a) Precipitación Máxima 24 horas

Las precipitaciones de las estaciones de Acobamba y Lircay, se obtiene una precipitación máxima promedio, concentrando los valores más elevados en los meses de diciembre a marzo y los más reducidos de abril a noviembre, la data obtenida es desde el año 1966 al 2022.

Tabla 2

Precipitación máxima 24 horas estación Acobamba

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
18.4	16.5	17	11.8	8.9	5	4.9	5.4	10.1	13.3	13.3	16.1	24

Tabla 3

Precipitación máxima 24 horas estación Lircay

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
18.5	20.1	18.5	13.9	9.5	5.5	5.9	6.3	9.9	12.7	12.5	18.2	27.7

b) Temperatura media

En la siguiente Tabla 7, se recoge la variación de la temperatura media mensual de la estación Lircay, para el periodo 1965 - 2015, se efectuó en base a los registros diarios históricos mínimos y máximos. Obteniéndose un resultado promedio multianual de la estación de 7.26°C.

Tabla 4

Temperatura media

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
9.56	9.59	9.34	7.84	5.49	4.25	4.37	4.95	6.85	7.52	8.25	9.09

c) Humedad relativa

La humedad relativa fluctúa entre 60% y 80% a lo largo del año. Los máximos valores de la humedad relativa tienen lugar durante los meses de enero a mayo y los mínimos durante los meses de junio a diciembre.

Tabla 5

Humedad relativa anual

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
82.8	84.7	82.9	81.7	79.2	77	81.6	80	79.3	82.3	77.5	81.5

d) Velocidad de viento

La velocidad del viento es estable a lo largo del año en la estación Lircay con pequeñas variaciones inferiores en promedio a 1.51 – 1.87 m/s.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1.6	1.71	1.74	1.6	1.48	1.49	1.51	1.65	1.5	1.6	1.75	1.87

e) Evapotranspiración

Para el análisis de la evaporación se dispuso la información diaria facilitada por ANA – SENAMHI en las estaciones de Acobamba. Se dispuso periodos variables de observación entre los años 1965 y 2013 según se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 6

Evapotranspiración

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
42.0	34.2	35.7	42.7	55.8	57.0	56.2	59.9	58.0	60.1	59.8	48.5

Análisis hidrológico

Se ubica en la cuenca del río Mantaro; políticamente en el distrito de Pilcomayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Tabla 7

Información básica de la estación Puente Breña

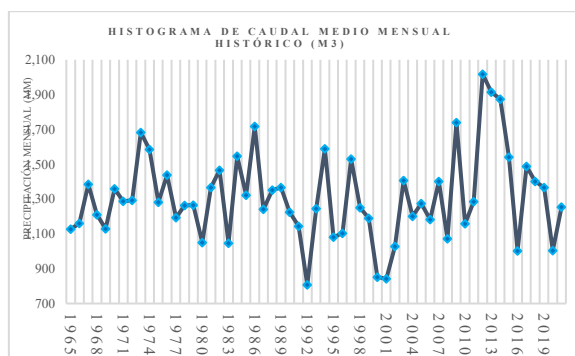
ESTACION:	PUENTE BREÑA	LATITUD	12° 2' 52.0	DPTO.	Junín
CODIGO	230931	LONGITUD	75° 14' 30	PROV.	Huancayo
CUENCA	MANTARO	ALTITUD (msnm)	4417	DIST.	Pilcomayo

a) Análisis Visual de Hidrogramas

Los caudales registrados por la estación Puente Breña poseen valores que fluctúan entre los 700 m³ a 2000 m³ anuales. La serie histórica muestra picos muy elevados en 1986, 2009, y 2012 en comparación con el resto de los años, aunque la serie muestra una cierta tendencia estable.

Figura 5

Hidrograma de caudales medios mensuales corregidos de la Estación Puente Breña



b) Análisis de consistencia

La información hidrométrica proviene de los registros de la estación Puente Breña a cargo de la Autoridad nacional del Agua (ANA).

Tabla 8

Caudal propio en régimen natural de la estación Puente Breña

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1965	95.0	110.4	107.1	40.8	36.3	2.7	16.4	12.8	50.9	63.1	87.3	108.2	731.0
1966	85.1	101.6	65.3	39.7	18.8	9.1	10.4	15.2	20.0	70.8	107.1	135.8	678.9
1967	89.5	143.5	111.5	46.5	16.4	6.6	95.0	4.0	34.0	69.7	59.8	89.5	766.0
1968	109.3	101.6	95.0	35.1	35.1	9.1	2.7	12.8	43.1	57.6	57.6	123.7	682.7
1969	66.4	139.1	64.2	37.4	12.8	1.3	2.7	14.0	56.5	62.0	93.9	134.7	685.0
1970	114.9	118.2	79.6	53.2	24.7	5.3	4.0	1.3	52.1	67.5	77.4	129.2	727.4
1971	91.7	130.3	59.8	29.4	18.8	6.6	2.7	16.4	16.4	166.6	87.3	172.1	798.1
1972	102.7	119.3	152.4	55.4	15.2	1.3	6.6	2.7	35.1	58.7	81.8	141.3	772.5
1973	145.7	132.5	137.9	40.8	14.0	16.4	15.2	10.4	15.2	75.2	60.9	107.1	771.3
1974	149.0	179.8	132.5	32.8	9.1	18.8	15.2	9.1	6.6	25.9	60.9	97.2	736.9
1975	89.5	130.3	101.6	47.6	32.8	11.6	9.1	9.1	29.4	45.3	67.5	164.4	738.2
1976	122.6	97.2	56.5	24.7	47.6	38.6	31.7	27.1	55.4	50.9	58.7	116.0	727.0
1977	108.2	125.9	119.3	44.2	22.4	10.4	4.0	21.2	18.8	37.4	155.6	74.1	741.5
1978	116.0	108.2	158.9	68.6	18.8	2.7	4.0	2.7	23.6	74.1	93.9	98.3	769.8
1979	101.6	133.6	47.6	46.5	35.1	7.9	18.8	23.6	31.7	47.6	111.5	100.5	706.0
1980	109.3	93.9	128.1	37.4	17.6	4.0	17.6	14.0	22.4	153.4	88.4	129.2	815.3
1981	135.6	180.2	120.6	24.5	3.2	2.0	1.7	21.1	21.0	82.8	113.2	128.8	834.8
1982	123.9	161.8	90.6	61.0	2.8	4.2	7.6	11.4	36.1	112.8	118.2	85.8	816.0
1983	117.1	95.0	241.0	59.0	15.0	2.0	3.0	2.0	19.0	64.0	82.0	128.5	827.6
1984	122.4	153.5	151.5	47.5	32.7	21.8	4.2	7.1	18.8	99.6	115.8	130.7	905.4
1985	79.8	126.3	117.3	62.6	40.0	15.0	4.7	5.0	64.9	29.8	64.4	125.1	735.0
1986	159.7	140.7	148.4	84.7	29.7	0.6	10.9	15.5	25.2	33.3	56.2	113.5	818.4
1987	159.2	117.8	120.0	44.0	13.0	13.0	52.0	7.0	15.0	35.0	85.0	111.6	772.6
1988	147.4	109.1	102.8	86.6	31.1	1.3	0.8	4.3	34.6	64.9	56.6	121.2	760.6
1989	131.6	145.6	149.7	51.7	18.2	10.2	5.9	18.2	36.8	71.4	41.9	25.5	706.5
1990	115.4	56.7	65.5	35.2	26.9	34.5	5.1	9.5	23.0	134.3	116.6	84.8	707.4
1991	161.0	99.5	179.7	64.1	32.1	0.3	4.2	32.1	83.4	34.3	57.5	51.9	800.0
1992	110.0	96.1	173.0	120.0	18.0	10.0	0.0	13.0	26.0	48.0	103.0	90.0	807.1
1993	108.0	116.8	125.4	73.8	23.7	2.0	6.7	9.0	36.9	85.0	132.0	157.2	876.4
1994	145.7	126.8	130.6	76.9	42.4	6.0	3.6	7.0	35.4	48.4	76.2	120.0	818.9
1995	107.1	92.5	134.3	57.6	20.7	4.0	5.3	5.2	29.1	68.9	80.3	113.8	718.8
1996	182.3	181.9	56.3	71.1	7.6	7.0	0.0	7.6	27.7	94.4	89.9	88.1	813.9
1997	83.6	159.8	81.5	31.6	6.2	20.4	11.1	3.6	60.5	67.4	102.0	83.4	711.1
1998	126.5	130.5	100.1	45.0	3.9	5.2	0.6	3.9	24.7	97.8	72.2	90.2	700.5
1999	119.1	165.0	106.7	65.0	27.1	8.7	7.1	3.3	63.3	66.9	82.0	119.0	833.1
2000	151.0	152.5	141.4	39.7	28.9	4.0	7.8	18.2	28.3	63.1	45.3	148.7	828.7
2001	163.4	110.8	154.6	37.0	28.8	4.7	13.0	4.9	37.8	77.5	96.2	97.7	826.4
2002	62.7	136.5	139.6	60.2	22.2	5.4	22.5	7.9	52.4	98.9	111.8	110.7	830.6
2003	110.0	159.0	169.0	44.0	12.0	4.0	8.0	3.0	11.0	38.0	73.0	112.0	743.0
2004	50.2	134.2	80.8	34.9	13.1	13.4	10.1	9.0	51.5	89.2	98.2	135.6	720.1
2005	67.2	112.3	127.4	36.5	12.1	1.5	24.3	21.9	62.2	84.8	96.0	111.6	757.8
2006	123.3	106.9	125.5	59.6	4.6	10.3	2.5	9.2	35.0	74.2	84.4	123.5	759.1
2007	95.5	121.2	166.9	64.3	30.9	0.0	0.5	21.0	25.4	25.7	83.8	166.4	801.6
2008	108.4	133.6	75.8	126.7	29.5	28.0	0.0	2.0	37.1	58.0	61.8	184.5	845.4

Se realiza la comparación de datos confiables y datos dudosos para la prueba de T STUDENT.

Tabla 9

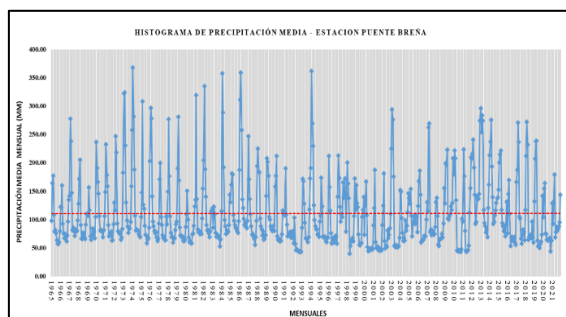
Prueba de T STUDENT

DATOS CONFIABLES Periodos Muestrales ENTRE LOS AÑOS 1965 - 1999	DATOS DUDOSOS Periodos Muestrales ENTRE LOS AÑOS 2000 - 2021
Tamaño de la muestra(n1)= 420	Tamaño de la muestra (n2)= 264
Media de la muestra $\bar{x}_1 = 107.87$	Media de la muestra $\bar{x}_2 = 111.01$
Desviación Stand.(S1) = 44.42	Desviación Stand(S2)= 62.15
Grados de libertad(GL1)= 419	Grados de libertad(GL2)= 263
RESULTADOS	
PRUEBA "T" DE STUDENT	
Desviación estándar ponderada	51.98
Desviación de las diferencias de los promedios	4.08
Cálculo del T, calculado (Tc) según:	0.77
Calculo del valor crítico de t, tabular Tt:	1.96
Grados de libertad	682.00
Conclusión:	
$ t_c = 0.77$	$T_t = 1.9634$ HOMOGENEIDAD OK
PRUEBA "F" DE FISHER	
Cálculo de F calculado (Fc) según :	1.96
Calculo del F tabular(valor crítico de Ft)	1.20
Conclusión:	
$F_c = 1.96$	$F_t = 1.20$ NO HOMOGENEIDAD (CORREGIR LA PRECIPITACION)

Después de haber corregido los saltos, el histograma de caudales en la estación de Puente Breña está mejor configurado, como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 6

Hidrograma de caudales medios mensuales corregidos de la Estación Puente Breña



- Precipitación media mensual en la zona de estudio.

La precipitación media mensual de la cuenca de estudio se calculó mediante la relación de precipitación altura establecido líneas arriba, la estimación de la precipitación en la cuenca se estimó utilizando la ecuación general determinada con las 5.

Se tomo en cuenta la relación precipitación media – caudal medio – altura (msnm) para calibrar los caudales de la microcuenca.

Caudal simulado en la microcuenca de estudio.

Tabla 10

Caudal simulado en la microcuenca de estudio

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
0.0071	0.0094	0.0101	0.0072	0.0041	0.0037	0.0036	0.0037	0.0036	0.0038	0.0042	0.00

- Estimación de máximas avenidas.

Para la estimación de máximas avenidas se tomó el método Racional, cuya finalidad fue determinar los caudales máximos de diseño, para establecer los niveles de almacenamiento del dique y el dimensionamiento.

La siguiente ecuación de frecuencias puede utilizarse para detectar datos dudosos altos:

$$XH = X + KN.S \dots\dots\dots Ec. (1)$$

Donde el Xh es el Alto umbral atípico en unidades de registro.

El tratamiento de todos los datos históricos de inundaciones y los valores atípicos altos deben estar bien documentados en el análisis.

$$XH = +KN.S \dots\dots\dots Ec. (2)$$

La siguiente ecuación se utiliza para detectar valores atípicos bajos:

$$XH = -KN.S \dots\dots\dots Ec. (3)$$

Figura 7

Valores de Kn para diferentes tamaños de muestra

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Se realizaron las correcciones en la estación de Acobamba, Lircay eliminando tanto los valores altos como bajos que se alejan significativamente de la muestra.

Figura 8

Análisis de datos dudosos

ANÁLISIS DE DATOS DUDOSOS - ESTACIÓN LIRCAY			
N°	AÑO	P24H	LOG(P24HORAS)
1	1974	33.2	1.521
2	1975	22.2	1.346
3	1976	22.5	1.352
4	1977	21.2	1.328
5	1978	27	1.431
6	1979	15.5	1.190
7	1980	20.6	1.314
8	1981	24.7	1.393
9	1982	36.8	1.568
10	1983	25.2	1.401
11	1984	23.4	1.369
12	1985	19.4	1.288
13	1986	23.5	1.371
14	1987	35.2	1.547
15	1988	30.8	1.489
16	1989	10.9	1.074
17	1990	22.7	1.356
18	1991	30.4	1.483
19	1992	22.9	1.360
20	1993	45.7	1.656
21	1994	38	1.580
22	1995	37.1	1.569
23	1996	24.5	1.389
24	1997	23.5	1.370
25	1998	36.2	1.559
26	1999	20	1.301
27	2000	26.6	1.425
28	2001	23.2	1.465
29	2002	32.3	1.509
30	2003	27.4	1.438
31	2004	17.7	1.248
32	2005	21.3	1.328
33	2006	21.3	1.328
34	2007	23.7	1.473

PARAMETROS ESTADÍSTICOS			
	P24hr	Log(24hr)	
Número de datos	49.00	49.00	
Sumatoria	1340.30	63.42	
Valor Máximo	77.000	1.888	
Valor mínimo	15.300	1.185	
Media	27.347	1.401	
Varianza	95.691	0.016	
Desviación estándar	9.784	0.127	
Coefficiente de seso	2.904	1.031	

Umbral de datos dudosos alto (Ht: unidad logarítmica)

$$XH = X + KN \cdot S$$

Ht= 1.76
Ph= 57.01 mm
n = 49
kn = 2.76

Precipitación máxima aceptadas

PH=10(H) PH 57.01

Umbral de datos dudosos bajos (Ht: unidad logarítmica)

$$XL = \bar{X} - kn \cdot S$$

Precipitación máxima aceptadas

PH=10(H) PI 11.32

- Análisis estadístico de frecuencias

Se realiza el ajuste de varias distribuciones teóricas a una determinada muestra, para comparar y concluir cuál de ellas se aproxima mejor a la distribución empírica.

Para utilizar estos modelos probabilísticos, se deben calcular sus parámetros y realizar la prueba de bondad de ajuste.

Las distribuciones teóricas más utilizadas para el análisis de máximas avenidas son:

- ✓ Distribución Gamma (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud)
- ✓ Distribución Gumbel (Método de Momentos)
- ✓ Distribución Log Normal (Método de Máxima Verosimilitud)
- ✓ Distribución Log-Pearson Tipo III (Método de Momentos)
- ✓ Distribución Normal (Método de Máxima Verosimilitud)
- ✓ Distribución Weibull (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud)
- ✓ Distribución Exponencial (Método de Máxima Verosimilitud)
- ✓ Distribución GEV (Método de Máxima Verosimilitud)
- ✓ Distribución Weibull (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud)
- ✓ Distribución GEV (Método de Momentos y Máxima Verosimilitud).

Una vez obtenidas las alturas de precipitación para los diferentes periodos de retorno, se realizó la prueba estadística de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov para determinar la distribución de probabilidad.

Tabla 11

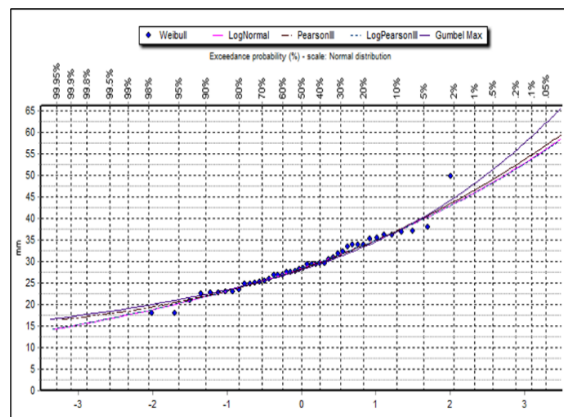
Determinando la distribución de probabilidad para diferentes pruebas de ajuste

Kolmogorov-Smirnov test for: All data					
	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.36%	0.08382
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.92%	0.08306
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.98%	0.05029
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.88%	0.05524
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	14.51%	0.17084
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	40.61%	0.13242
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.83%	0.05657
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.94%	0.05305
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.97%	0.05068
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.39%	0.06757
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	77.33%	0.09798
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24.91%	0.15198
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	64.66%	0.10952
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.86%	0.05575
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.84%	0.05638
Pareto	REJECT	REJECT	REJECT	0.00%	0.3592
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.98%	0.04928
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.93%	0.05325
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	99.15%	0.0638
EV2-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.78%	0.0926
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24.28%	0.15292
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	64.58%	0.10959
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.88%	0.20359
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	74.46%	0.10067
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	56.93%	0.11648

Se tiene el grafico generado para diferentes pruebas de ajuste a través del programa Hydrognomon.

Figura 9

Relacione precipitación – excedencia



✓ Selección del período de retorno

Se realiza la probabilidad del riesgo de excedencia de la estructura, según el periodo de retorno y la vida útil de las obras proyectadas, la fórmula a utilizar es:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \dots\dots\dots Ec. (4)$$

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{1/n}} \dots\dots\dots Ec. (5)$$

La obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra. El periodo de retorno considerado para el diseño de nuestra estructura es de 100 años, y la vida útil de la obra 30 años.

✓ Determinación del tiempo de concentración

Se determina el tiempo de concentración (Tc) de la subcuenca que aporta, las nacientes, hasta el punto de interés del dique.

Tiempo de concentración propuesto por Kirpich.

$$T_c = 0.00325 * \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}\right) \dots\dots\dots Ec. (6)$$

Tiempo de concentración propuesto por California.

$$t_c = \left(\frac{0.87 * L^3}{H} \right)^{0.385} \dots\dots\dots Ec. (7)$$

Tiempo de concentración propuesto por Giandotti Válido para un rango de longitudes de cauce principal igual a $L/3.600 \geq t_c \geq (L/3.600 + 1,5)$. Se basa en la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{S} + 1.5 * L}{0.8 \sqrt{H}} \dots\dots\dots Ec. (8)$$

Fórmula utilizada para cuencas pequeñas y situadas en zonas agrícolas. Es muy utilizada en la aplicación del Método Racional.

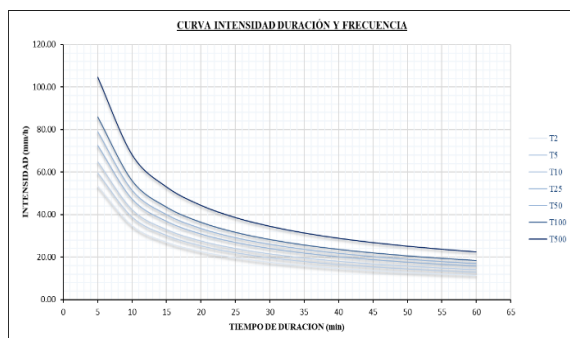
✓ Construcción de las curvas IDF

La construcción de las curvas Intensidad – Duración - Frecuencia (IDF), según diversos autores, plantean distintas formas o métodos para su construcción. Para Aparicio (1997) existen dos métodos; el primero, llamado de intensidad - período de retorno.

$$I = \frac{Kxt^m}{t^n} \dots\dots\dots Ec. (9)$$

Figura 10

Curva de intensidad y frecuencia



✓ Cálculo del caudal de diseño para (Tr: 100 años)

Debido a que la microcuenca no cuenta con estaciones Hidrometeorológicas en su área, se consideró en los diseños el cálculo de caudal máximo determinado mediante el método racional para periodo de retorno de 100 años, calculado según la vida útil de la estructura y el

porcentaje de riesgo de fallo. En realidad, este límite está dado por las características de las lluvias intensas en la zona y debe ser tal que la lluvia puntual se pueda considerar uniformemente distribuida en el área. La fórmula es:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \dots\dots\dots Ec. (10)$$

Donde Q caudal es en m³/s, C coeficiente de escorrentía adimensional, I intensidad de la lluvia en mm/hora y A es el área en hectáreas.

Tabla 12

Características geomorfológicas de la cuenca

N°	Nombre de la Qocha	Microcuenca (ha)	Cauce Principal (m)	Pendiente (m/m)	T. C. (hr)	C	Intensidad (mm/hr)	Qmáx (m³/s)
1	Chichicarachayoc	61.3	967	0.011	1.73	0.35	13.18	0.785

✓ Tránsito de avenidas en vasos

El tránsito de avenidas en vasos es un procedimiento que se sigue para poder determinar el hidrograma de salida de un embalse dado un hidrograma de entrada en un punto específico del curso de agua, para ello es necesario los hidrogramas de caudales conocidos o supuestos a lo largo de uno o más puntos aguas arriba del estudio, además el hidrograma puede ser producto de la precipitación o deshielo en la zona.

✓ Ecuación de almacenamiento

En el tránsito de avenidas en vasos se usa, como en la simulación del funcionamiento de vasos, la ecuación de continuidad:

$$Q_{entra} - Q_{salida} = \Delta Almacenamiento / \Delta t \dots\dots\dots Ec. (11)$$

$$I - O = \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta t} \dots\dots\dots Ec. (12)$$

Donde I caudal medio de entrada.

Diseño del dique

a) Tipo de material del dique

Mediante el estudio de mecánica de suelos se puede observar que es recomendable realizar un dique de material homogéneo ya que se cuenta con esos recursos cerca al lugar de estudio.

Tabla 13

Característica de mecánica de suelo de la cuenca

Cantera material homogéneo	% Grava	% Arena	% Finos	Clasif. SUCS	Límite Líquido	Límite Plástico	IP
Chichicarachayocc	24.00	58.00	18.00	SM	28.47	24.82	3.65

b) Datos obtenidos en la topografía

Se tiene la forma del baso del dique de la qocha, teniendo datos de la altura mínima del dique.

Se tiene la curva altura -volumen. Para el diseño de la altura del dique.

c) Altura de la ola por viento

Fórmula empírica de Stevenson:

$$H_o = 0.76 + 0.34 * (F)^{1/2} - 0.26 * (F)^{1/4} \dots\dots\dots Ec. (13)$$

Donde F es FETCH en Km y Ho altura de la ola en m.

d) Borde libre

Borde libre mínimo procedimiento combinado Knapen:

$$BI(\min) = 0.75 * H_o + (Vg)2 / 2g \dots\dots\dots Ec. (14)$$

Donde Ho es la altura de la ola según Stevenson, Vg (m/s) velocidad ola según Gaillard = 1.52 + 2Ho

e) Nivel de corona del dique

Es el nivel de la cortina al cual queda en el coronamiento de la presa, la cual nunca debe ser rebasado por el agua.

$$Corona = NAME + BL \dots\dots\dots Ec. (15)$$

f) Altura del dique

$$H = Cota\ de\ la\ corona + Cota\ de\ terreno \dots\dots Ec. (15)$$

g) Ancho del dentellón

$$Cw = 0.4 * H + 1 \dots\dots\dots Ec. (16)$$

Donde Cw es ancho de la corona en m.

Figura 11

Taludes aguas arriba y aguas abajo

Altura(m)	Talud aguas arriba	Talud aguas abajo
<5	2 H : 1 V	1.5 H : 1 V
5 a 10	2.5 H : 1 V	2 H : 1 V
12 a 15	2.75 H : 1 V	2.5 H : 1 V
20 a 30	3 H : 1 V	2.5 H : 1 V

Como el dique de la qocha presenta una altura menor de 5.0 m adoptamos un ancho de corona y con taludes menos inclinados para reducir la erosión por lo que se realiza el cálculo de la estabilidad del dique de material homogéneo.

✓ Estabilidad de talud

Figura 12

Análisis de talud crítico y factor de seguridad

Condición de Carga Estática (sin sismo) (*)	Mínimo Factor de Seguridad	Talud Crítico a Analizar
Condición normal con flujo establecido y máximo nivel de agua en el embalse (NAMO).	1.5.	de Aguas Abajo
Desembalse rápido.	1.2 a 1.3 (b)	de Aguas Arriba
Al final de Construcción antes de llenado del reservorio.	1.25 a 1.3	de Aguas Arriba y Aguas Abajo

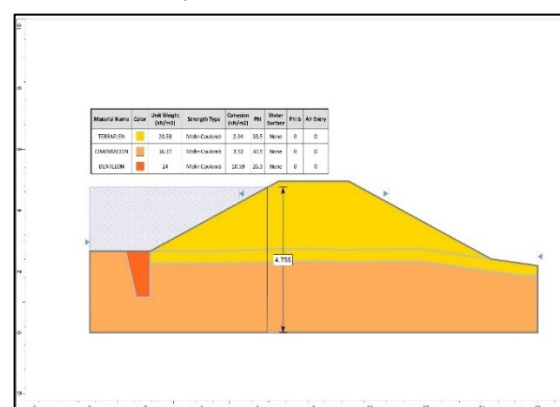
El factor de seguridad es la relación existente entre la fuerza resistentes al deslizamiento y las fuerzas actuantes para tal efecto; de igual forma en el caso de análisis por volteo: momentos resistentes entre momento actuantes. Además, el F.S debe de estar entre 1.5 – 2.0 para las condiciones estáticas.

$$FS_d = \frac{(Suma\ de\ fuerzas\ resistentes)}{(Suma\ de\ fuerzas\ actuantes)} \geq 1.5 - 2.0 \dots\dots Ec. (17)$$

A continuación, se presenta el análisis del dique de tierra (Material Homogéneo), realizado en la Qocha de Chichicarachayocc.

Figura 13

Análisis de estabilidad en la qocha Chichicarachayocc



III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

La obtención de datos es vital para conocer si los parámetros que se establecieron inicialmente en el cálculo de diseño del dique y el volumen de almacenamiento del dique se mantienen. Se tiene la obtención del vaso del dique de las cuales se tiene los parámetros geomorfológicos necesarios para el diseño del dique y el volumen útil.

3.1.1. Determinar volumen de almacenamiento

Para el Sector de Atuna para la qocha de Chichicarachayocc se tuvo el área de la microcuenca y el perímetro.

Tabla 14

Geomorfología de la microcuenca

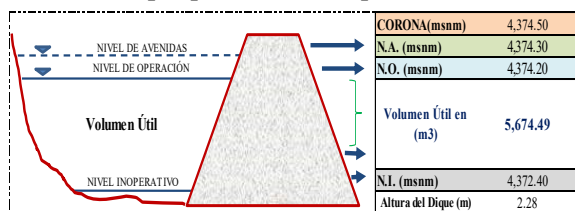
SECTOR	QOCHA	ÁREA		PERÍMETRO	
		(Ha)	(m)	(m)	(km)
Atuna	Chichicarachayocc	61.30	0.617	3,070.00	3.1

✓ Se realiza la curva de volumen -altitud para el volumen útil de la presa

Para el dique con una altura de 2.28 metros se tiene un volumen de almacenamiento útil de 5 674.49 m³ de agua.

Figura 14

Datos de dique para el nivel operativo



Se tiene la curva altura volumen para determinar el volumen de almacenamiento máximo en función a su área.

Tabla 15

Cálculo de incremento de volumen

Altitud (m.s.n.m)	Área de espejo de agua (m²)	Volumen			
		Parcial (m³)	Acumulado (m³)	Acumulado (mm³)	m³/1000
4,372.40	2,493.57	0	0	0	0
4,372.60	2,735.72	522.93	522.93	0.001	0.523
4,372.80	2,973.62	570.93	1,093.86	0.001	1.094
4,373.00	3,215.30	618.89	1,712.76	0.002	1.713
4,373.20	3,483.60	669.89	2,382.65	0.002	2.383
4,373.40	3,769.11	725.27	3,107.92	0.003	3.108
4,373.60	4,090.07	785.92	3,893.83	0.004	3.894
4,373.80	4,434.20	852.43	4,746.26	0.005	4.746
4,374.00	4,848.08	928.23	5,674.49	0.006	5.674
4,374.20	5,188.19	1,003.63	6,678.12	0.007	6.678
4,374.40	5,555.86	1,074.40	7,752.52	0.008	7.753

Figura 15

Gráfico altura - volumen-área

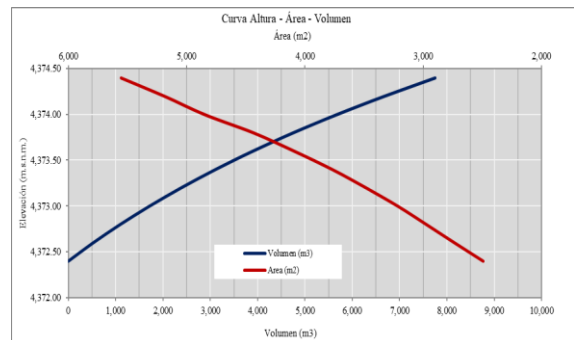


Tabla 19

Transferencia hidrológica

Transferencia hidrológica (P-A-Q)																							
Área de la Subcuenca Mantaro con información:				12380.99				km2				Subcuenca: Mantaro				Altitud Media:				4417		msnm	
Datos			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Unid							
Nº de días/mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	días							
Q base (75%) - Subcuenca Mantaro			105.67	131.10	164.94	106.23	63.69	64.34	63.77	64.26	61.39	64.53	66.54	69.50	85.52	m³/s							
P.P. Media - Subcuenca Mantaro			120.90	128.23	121.06	54.19	22.63	7.94	9.55	10.73	14.80	69.34	85.90	116.59	781.99	mm							
Nro	Qocha	Área (km2)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Unid							
1	Chichicarachayoc	61.3	0.0052	0.0065	0.0082	0.0053	0.0032	0.0032	0.0032	0.0032	0.0030	0.0032	0.0033	0.0034	0.05981	m³/s							
Nro	Qocha	Área (Ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total	Unid							
1	Chichicarachayoc	61.3	14013.1	15703.2	21873.4	13632.9	8445.4	8257.2	8456.0	8521.2	7878.1	8557.8	8578.1	9216.6	133,132.72	m³							

Tabla 20

Cálculo de la demanda de agua y cédula de cultivo

FACTORES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
días/mes	AREA	AREA	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31
Área cult. mes (Ha)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kc ponderado		0.86	1.00	0.76	0.39	0.55	0.89	1.07	1.05	0.80	0.37	0.55
Eto -diario	mm/día	4.31	3.95	3.74	3.32	2.75	3.12	3.16	3.76	4.47	5.05	5.18
Etc	mm/día	3.69	3.95	2.86	1.28	1.52	2.77	3.37	3.94	3.57	1.86	2.86
Etc	mm/mes	114.36	110.62	88.54	38.44	47.03	83.10	104.55	122.11	107.12	57.60	85.65
P.E	mm/mes	102.70	110.14	100.11	39.70	14.80	2.70	4.34	23.60	48.36	64.42	97.20
Límite Neta	mm/mes	11.66	0.48	0.00	0.00	32.23	80.40	101.85	117.77	83.52	9.24	21.23
Efic. Riego	%	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Límite bruta	mm/mes	38.87	1.61	0.00	0.00	107.43	268.00	339.49	392.57	278.40	30.80	70.78
Demanda	m³/Ha	388.71	16.12	0.00	0.00	1074.30	2680.04	3394.88	3925.66	2784.01	308.00	707.83
Nº horas riego/ día	Hr	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Demanda total	m³/mes	3887.12	161.20	0.00	0.00	10743.05	26800.38	33948.82	39256.55	27840.11	3079.97	7078.33
Demanda Q para 24hrs	MCM/mes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.00	0.01
Demanda Q para 24hrs	l/seg	1.45	0.07	0.00	0.00	4.01	10.34	12.68	14.66	10.74	1.15	2.73
Módulo de riego	l/s/Ha	0.15	0.01	0.00	0.00	0.40	1.03	1.27	1.47	1.07	0.11	0.27

Tabla 21

Balance hídrico oferta – demanda de la qocha Chichicarachayocc

Balance hídrico Oferta - Demanda													
Descripción		Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Nº Horas de riego/día	Hr	12.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
caudal de demanda	Lit / s	1.45	0.07	0.00	0.00	4.01	10.34	12.68	14.66	10.74	1.15	2.73	0.00
oferta fuente	Lit / s	5.23	6.49	8.17	5.26	3.15	3.19	3.16	3.18	3.04	3.20	3.31	3.44
Balance: Oferta - Demanda	Lit / s	3.78	6.42	8.17	5.26	-0.86	-7.15	-9.52	-11.48	-7.70	2.05	0.58	3.44

Balance Hídrico

**Tabla 22**

Nombre de la Qocha	Área de Recarga Hídrica (ha)	Área de Espejo de Agua (m ²)	Volumen de Embalse (m ³)
Chichicarachayocc	61.30	4,848.08	5,674.49

Teniendo los datos necesarios topográficos de la corona y de del nivel de terreno se tiene el cálculo de la altura del dique. Se tiene los cálculos en el anexo 8.0 de diseño de dique.

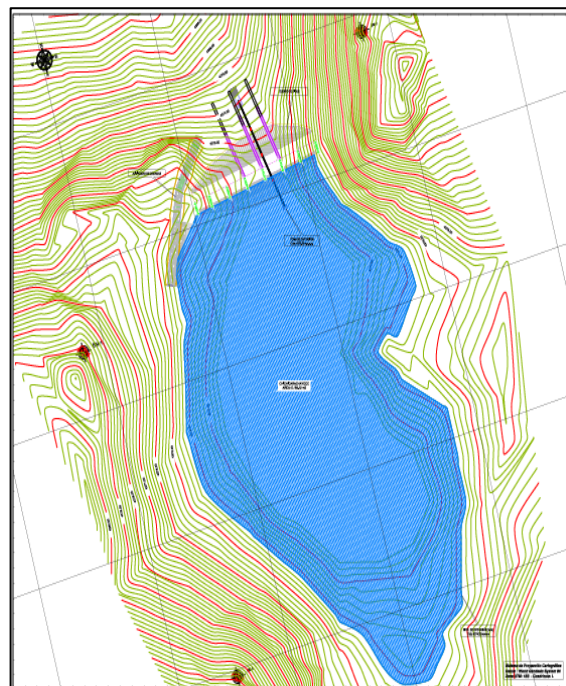
Altura del dique

CORONA (m.s.n.m.)	4374.50
N.A. (m.s.n.m.)	4374.30
N.O. (m.s.n.m.)	4374.20
N.T. (m.s.n.m.)	4,372.22
Altura del Dique (m) =	2.28

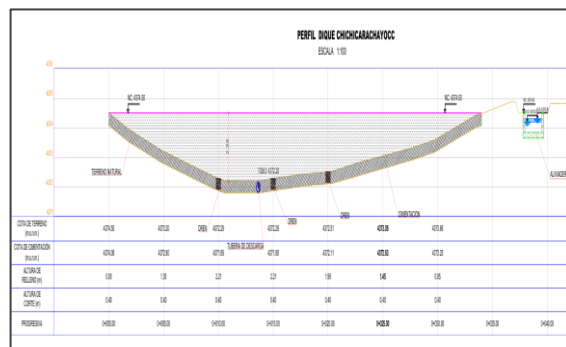
Tabla 24

COTA	ALTURA	PROFUND.	FETCH
CORONA	DIQUE	CIMENTAC.	
4,374.50	2.28	0.40	120.0 m

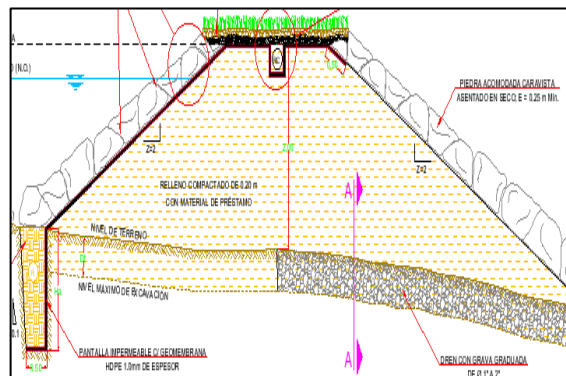
Diseño en planta del vaso del dique



Sección típica del dique en perfil



Detalles del dique



3.2. Discusiones

1. El aprovechamiento del recurso hídrico mediante la construcción de una qocha en el sector de Atuna orientado a su utilización en irrigación, requiere la elaboración de los planos finales de diseño, asegurando que las dimensiones obtenidas a partir de los estudios y cálculos técnicos garanticen su estabilidad estructural. Esta iniciativa busca contribuir a la mitigación del problema de escasez hídrica en la región, validando la hipótesis de que la implementación de qochas permita almacenar y regular el agua para su posterior uso en la producción agrícola y el consumo doméstico del centro poblado de Atuna.
2. Diversos estudios respaldan la eficacia de este enfoque. Oyola y Espinoza (2018) sostienen que los sistemas de captación y almacenamiento mediante qochas, representan una estrategia efectiva para la agricultura en zonas bajas, ya que favorecen la infiltración y la recarga de los acuíferos bajo el principio de siembra y cosecha de agua. Asimismo, Ahedo y Sánchez (2003) destacan que la estabilidad de los diques de tierra y enrocamiento depende de un adecuado cálculo y dimensionamiento, así como de la selección apropiada de los materiales disponibles en la zona de construcción.
3. En este contexto, la presente investigación busca demostrar que el diseño y construcción de la qocha en Atuna, es una solución viable y sostenible para la gestión del recurso hídrico, asegurando su disponibilidad para las actividades agrícolas y domésticas de la comunidad.

CONCLUSIONES

1. La ejecución del levantamiento topográfico, permitió determinar con precisión el área de intervención del proyecto, estableciendo una altura máxima de 3 metros para el dique. Asimismo, el estudio hidrológico permitió caracterizar las condiciones climáticas e hídricas de la zona, determinando una oferta hídrica de 133,132.72 m³ y un caudal máximo de diseño de 0.785 m³/s.
2. El dimensionamiento estructural del dique, diseñada con material homogéneo, arrojó una longitud total de 34 metros, con un ancho de corona de 2.0 metros, un ancho de dentellón de 0.50 metros y una profundidad de cimentación de 0.40 metros. Además, se establecieron taludes de 2H:1V tanto aguas arriba como aguas abajo, garantizando la estabilidad de la estructura. El diseño propuesto del dique, en su mayor parte son materiales disponibles en la zona, como tierra, arcilla y piedra. Esto no solo reduce los gastos asociados a la adquisición y transporte de materiales, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proyecto al aprovechar recursos locales. De este modo, la implementación de la qocha en el sector de Atuna, se presenta como una solución viable y eficiente para el almacenamiento y aprovechamiento del recurso hídrico, beneficiando tanto a la actividad agrícola como al abastecimiento doméstico de la comunidad.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ahedo, A. (2003). Estabilidad de taludes en presas de tierra y enrocamiento. [Tesis para título profesional] Instituto politécnico nacional, México.

- <https://www.docsity.com/es/estabilidad-de-taludes-en-presas-de-tierra-y-enrocamiento/5237872/>
- Chávez, L. y Ilerena, C. (2015). *Inventario De Tecnologías Agrícolas Tradicionales Y Modernas De Adaptación Al Cambio Climático En La Zona Andina Del Perú*. [Título profesional, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria la Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2173/P40-C512-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Contreras, W. (2015). *TRAZADO Y REPLANTEO EN OBRAS*. SCRIBD. <https://es.scribd.com/doc/265829599/TRAZADO-Y-REPLANTEO-pdf>
- Cuadros, Y. (2022). *Aplicación De Programa Qochas De Siembra Y Cosecha De Agua Y Su Influencia En La Disponibilidad Hídrica En Su Fuente Natural En La Provincia De Angaraes Huancavelica 2019* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9345/T010_20058510_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dinagua, A. (2011), Diseño de las obras necesarias, alviadero manual de diseño y construcción de pequeñas presas. https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Manual%20Pequeñas%20Presas%20V1-v1_01.pdf
- Espinoza, R. y Oyola, M. (2019). Diseño de un sistema de Captación y almacenamiento - caso cosecha agua para su aprovechamiento-Garbanzal-Tumbes-2018. [Tesis para título profesional]. Universidad Nacional de Tumbes, Perú. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/1059>
- León, L. M. (2016). *Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales* [Título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de Tesis PUCP. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7603/LEON_LUIS_SOSTENIBLE_RECURSOS_HIDRICOS_PLUVIALES.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Linsley, R. E. y Franzini, J. B. (1972). *Ingeniería De Los Recursos Hidráulicos*. COMPANHIA EDITORIAL CONTINENTAL S.A. https://drive.google.com/file/d/13mAJBsjA-Cur6OFz9gi_ccbT7Y7NK7_t/view
- Martínez, C. (2019), Memoria de cálculo y diseño de presas. [Tesis para título profesional] Universidad de México. <https://es.scribd.com/document/439086640/Memoria-de-Calculo-y-Disenio>
- MINAGRI. (2016). Rumbo a un programa nacional de siembra y cosecha de agua. Aportes reflexiones desde la práctica. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/publicaciones-recientes/libro-siembra-cosecha.pdf
- MINAGRI. (2019). Rumbo a un programa nacional de siembra y cosecha de agua. Aportes reflexiones desde la práctica. <https://www.minagri.gob.pe/portal/libro-siembra-y-cosecha>
- PACC PERÚ. (2015). *Siembra y cosecha de agua*. FONCODES. https://www.iproga.org.pe/descarga/guia_s_cosecha.pdf

- Polimón, J.(2008). Criterios para proyectos de presas y sus obras anejas (1 tomo). España: CNEGP.
https://www.spancold.org/wp-content/uploads/2020/07/GT_02_2-Criterios_para_Proyectos_de_Presas_y_sus_Obras_Anejas_PPMSS.pdf
- Ramos, D. (2015). Presas de tierra. [Tesis para título profesional, UNI]. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
<https://ribuni.uni.edu.pe/2367/1/80910.pdf>
- Reclamation, B. (1970). Diseño de pequeñas presas (3 ed). Madrid: MBH.
<https://es.scribd.com/doc/306079104/Diseño-de-Pequeñas-Presas-BUREAU>
- Sanga, D. A. (2019). *Cambio climático*. CONCYTEC.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UASF_474aec21496bab712d58a17283154bcd#details
- Silvera, R. N.- y Mancilla, H. L. (2019, abril 15). *Las cosechas de agua e impacto socioeconómico en la Comunidad de Sispaquancha Alta del Distrito de Colquepata Provincia de Paucartambo - 2017* [Título profesional, Universidad Peruana Austral del Cusco]. RENATI.
<http://repositorio.uastral.edu.pe/handle/UAUSTRAL/39>
- UNESCO. (2017). *Conocimientos locales, objetivos globales*. UNESCO biblioteca digital.
https://unesdoc.unesco.org/in/documentviewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000259599_spa&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_448f59e9-9310-4d7b-aaf6-986547a26c20%3F_%3D259599spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/4822
- Veintimilla, C. R. (2014). *Los saberes locales y el conocimiento tradicional en el proceso de conservación del bosque local en la comunidad de padre cocha – Rio Nanay - Punchana – Maynas - Loreto – Peru - 2014* [Título profesional, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana]. Repositorio institucional de UNAP.
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3413/Claudia_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=yWIKIPEDIA. (n.d.). *Nivel topográfico*.https://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_topogr%C3%A1fico
- Zevallos, B. y Mendoza, A. (2018). *Comprensión Técnico Espiritual De La Siembra Y Cosecha De Agua*. Cumbre Internacional del Agua.
<https://cumbredelagua.com/wp-content/uploads/2020/11/Siembra-y-cosecha-de-agua-Huancavelica.pdf>
- Gil, J. y Orosco, J. (2016). Diseño de la rehabilitación del dique del río cauca entre el km18+ 925a km19+ 025empleando cuatro materiales disponibles en la ciudad de Cali. (proyecto de grado). Pontificia universidad Javeriana, Colombia.