Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024

Pedro Luis Godoy Jeronimo
Angel Tacas Diaz

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A	:	Decano de la Facultad de Ingeniería
DE	:	Richard Jhonathan Condori Castro Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO	:	Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA	:	6 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:
Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024

Autores:
1. Pedro Luis Godoy Jeronimo – EAP. Ingeniería Civil
2. Angel Tacas Diaz – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI [ ] NO [X]
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI [ ] NO [X]
  N° de palabras excluidas **(en caso de elegir "SI")**:
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI [ ] NO [X]

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ASESOR

Ing. Richard Jhonathan Condori Castro

Agradecimientos

A la Universidad Continental, por el aprendizaje brindado y los conocimientos transmitidos, los cuales fueron fundamentales para nuestro desarrollo profesional. Asimismo, al Ing. Richard Condori Castro por el valioso apoyo para la concreción de esta investigación.

Agradecemos al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) por los datos brindados y a la comunidad de Pucará por apoyar esta investigación facilitándonos el acceso a áreas dentro de su localidad.

Dedicatoria

A Dios, por concedernos vida, salud y fortaleza necesarias para continuar en cada etapa de nuestra vida profesional.

A nuestros padres, cuyo apoyo ha sido clave para llegar dónde estamos. Sus bendiciones a lo largo de nuestra vida nos guían y nos inspiran a seguir por el camino correcto.

Índice de Contenido

Agradecimientos v
Dedicatoria vi
Índice de Tablas vii
Índice de Figuras x
Índice de Ecuaciones xi
Resumen xiii
Abstract xiv
Introducción xv
Capítulo I: Planteamiento del Estudio 1
1.1. Planteamiento y formulación del problema 1
1.1.1. Problema General 2
1.1.2. Problemas Específicos 2
1.2. Objetivos 2
1.2.1. Objetivo General 2
1.2.2. Objetivos Específicos 2
1.3. Justificación e importancia 3
1.3.1. Justificación de la investigación 3
1.3.2. Importancia 3
1.4. Delimitación del proyecto 4
1.4.1. Delimitación geográfica 4
1.4.2. Delimitación temporal 4
1.5. Hipótesis y variables 4
1.5.1. Hipótesis de la investigación 4
1.5.2. Variables de la investigación 4
Capítulo II: Marco Teórico 6
2.1. Antecedentes de la investigación 6
2.1.1. Antecedentes internacionales 6
2.1.2. Antecedentes nacionales 7
2.2. Bases teóricas 12
2.2.1. Infraestructura de riego 12
2.2.2. Déficit hídrico 41
2.2.3. Definición de términos básicos 44
Capítulo III: Metodología 46
3.1. Método, tipo o alcance de la investigación 46
3.1.1. Método de investigación 46
3.1.2. Tipo de diseño de investigación 46

3.1.3. Nivel de investigación 46
3.1.4. Diseño de investigación 46
3.2. Población y muestra 47
3.2.1. Población 47
3.2.2. Muestra 47
3.3. Descripción del ámbito de estudio 47
3.3.1. Características del ámbito de estudio 47
3.4. Materiales y Métodos 48
3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 48
3.4.2. Técnicas de análisis de datos 55
Capítulo IV: Resultados y Discusión 56
4.1. Presentación de resultados 56
4.1.1. Topografía 56
4.1.2. Características mecánicas del suelo 62
4.1.3. Balance hídrico 68
4.1.4. Componentes de riego 85
4.2. Prueba de hipótesis 99
4.2.1. Prueba de normalidad 99
4.2.2. Prueba paramétrica T – student para muestra relacionadas 99
4.3. Discusión de resultados 100
Conclusiones y Recomendaciones 104
Conclusiones 104
Recomendaciones 105
Referencias Bibliográficas 106
ANEXOS 110

Índice de Tablas

Tabla 1: Tamaños de mallas americanas 13
Tabla 2: Valores de coeficientes 20
Tabla 3: Límite superior para la PE 21
Tabla 4: Coeficientes de abastecimiento (%) 21
Tabla 5: Kc's determinados en el Valle del Mantaro 24
Tabla 6: Precipitación Efectiva según el metodo Boreau of Reclamation 25
Tabla 7: Eficiencia de agua útil para las plantas que quedan en el suelo según el método de riego 28
Tabla 8: Coeficientes para el cálculo de velocidad de flujo 34
Tabla 9: Velocidad de sedimentación “w” 35
Tabla 10: Ubicación de los tramos de estudio 47
Tabla 11: Ubicación de estaciones Pluviométricas 49
Tabla 12: Parámetros Geomorfológicos 49
Tabla 13: Precipitación Total Mensual (mm) Estación Viques 49
Tabla 14: Precipitación Máxima en 24 horas (mm) Estación Viques 50
Tabla 15: Temperatura Media Mensual (ºC) Estación Viques 51
Tabla 16: Humedad Relativa Mensual (%) Estación Viques 52
Tabla 17: Coeficiente mensual de evapotranspiración (MF) en mm 53
Tabla 18: Horas de sol máxima media diaria (N) 54
Tabla 19: Radiación extraterrestre (Ra) 54
Tabla 20: Ubicación del BM-01 59
Tabla 21: Ubicación del BM-02 60
Tabla 22: Ubicación del BM-03 60
Tabla 23: Ubicación del BM-04 61
Tabla 24: Ubicación del BM-05 61
Tabla 25: Clasificación y perfil estratigráfico de calicatas 63
Tabla 26: Análisis Granulométrico de C-1 Bocatoma 64
Tabla 27: Análisis Granulométrico de C-2 Reservorio 64
Tabla 28: Calicata C-1 Limites de consistencia 65
Tabla 29: Calicata C-2 Limites de consistencia 65
Tabla 30: Calicata C-1 Ensayo de Corte directo 66
Tabla 31: Calicata C-2 Ensayo de Corte directo 66
Tabla 32: Capacidad portante para C-1 Bocatoma 67
Tabla 33: Capacidad portante para C-2 Reservorio 67
Tabla 34: Evapotranspiración potencial a base a la temperatura parte 1 68

Tabla 35: Evapotranspiración potencial a base a la temperatura parte 2 68
Tabla 36: Evapotranspiración potencial a base de la radiación solar parte 1 69
Tabla 37: Evapotranspiración potencial a base de la radiación solar parte 2 69
Tabla 38: Parámetros de la microcuenca de estudio 70
Tabla 39: Cálculo del coeficiente de escorrentía 70
Tabla 40: Caudal para un año promedio 71
Tabla 41: Precipitación total promedio 71
Tabla 42: Cálculo de los coeficientes de correlación para el año promedio 72
Tabla 43: Eficiencia de riego empleada en el proyecto 73
Tabla 44: Modalidad de cultivo sin proyecto 73
Tabla 45: Kc de los cultivos sin proyecto 74
Tabla 46: Modalidad de cultivo con proyecto 74
Tabla 47: Kc de los cultivos con proyecto 75
Tabla 48: Demanda de agua sin proyecto parte 1 75
Tabla 49: Demanda de agua sin proyecto parte 2 76
Tabla 50: Resumen de demanda de agua sin proyecto 76
Tabla 51: Demanda de agua con proyecto parte 1 77
Tabla 52: Demanda de agua con proyecto parte 2 78
Tabla 53: Resumen de demanda de agua con proyecto 79
Tabla 54: Oferta de agua sin proyecto 80
Tabla 55: Oferta de agua con proyecto 80
Tabla 56: Balance hídrico sin proyecto 81
Tabla 57: Balance hídrico con proyecto 83
Tabla 58: Caudal ecológico y caudal de diseño final 84
Tabla 59: Balance hídrico entre el Caudal de Quebrada y Demanda de cultivo 85
Tabla 60: Datos para diseño de muros de encauce en bocatoma 88
Tabla 61: Diseño de acero de pantalla interior de muro de encauce 88
Tabla 62: Diseño de acero de pantalla exterior de muro de encauce de bocatoma 89
Tabla 63:Diseño de acero horizontal en pantalla de muro de encauce de bocatoma 89
Tabla 64:Diseño de acero en talón de muro de encauce de bocatoma 89
Tabla 65:Diseño de acero en punta de muro de encauce de bocatoma 90
Tabla 66: Cálculo de cámara colectora de bocatoma 91
Tabla 67: Datos para diseño de desarenador 92
Tabla 68: Diseño de acero mínimo en estructura de desarenador 94
Tabla 69: Cálculo de tubería de aducción Y/D = 0.75 94
Tabla 70: Cálculo de tubería de conducción y/d : 0.75 95
Tabla 71: Datos para el diseño de reservorio 96

Tabla 72: Dimensionamiento y cálculos hidráulicos 97
Tabla 73: Cálculo de áreas 97
Tabla 74: Datos para diseño de espesor de geomembrana 97
Tabla 75: Cálculo para el diseño de espesor de geomembrana 98
Tabla 76: Prueba de normalidad de variables 99
Tabla 77: Prueba de muestras relacionadas T - Student 100

Índice de Figuras

Figura 1: Vibrado de tamiz en laboratorio 14
Figura 2: Copa de Casagrande 15
Figura 3: Ensayo de índice plástico 15
Figura 4: Ensayo de corte directo 16
Figura 5: Falla por capacidad de carga en un suelo con una cimentación 17
Figura 6: Porción de Precipitación Efectiva Según Boreau of Reclamation 25
Figura 7: Sección transversal de toma 29
Figura 8: Relación de dimensiones entre cada rejilla 30
Figura 9: Coeficiente de contracción para rejilla 30
Figura 10: Parámetros “h” del ingreso del agua en rejilla 31
Figura 11: Longitudes de dimensión para desarenador 36
Figura 12: Características geométricas de secciones de máxima eficiencia hidráulica 37
Figura 13: Precipitación total media mensual 50
Figura 14: Precipitación Máxima en 24 horas (mm) 51
Figura 15: Temperatura media mensual 52
Figura 16: Humedad relativa media mensual 53
Figura 17: Mapa de ubicación de la región de la investigación 56
Figura 18: Mapa de ubicación de la provincia de la investigación 57
Figura 19: Mapa de ubicación del distrito de la investigación 57
Figura 20: Mapa de ubicación del proyecto 58
Figura 21: Componentes de estudio 58
Figura 22: Balance hídrico sin proyecto 82
Figura 23: Balance hídrico con proyecto 83
Figura 24: Dimensiones Generales de Bocatoma tipo tirolesa 86
Figura 25: Vista frontal de la rejilla metálica de Bocatoma tipo tirolesa 86
Figura 26: Hoja de cálculo para la determinación de las dimensiones 87
Figura 27: Plano vista en planta de zona de barraje 87
Figura 28: Dimensiones de diseño para muro de encauce de bocatoma 88
Figura 29: Plano vista en planta de la ubicación de muros de encause 90
Figura 30: Vista en planta de desarenador 92
Figura 31: Vista en planta de desarenador 93
Figura 32: Calculo de diámetro de tubería de aducción en HCanales 95
Figura 33: Calculo de diámetro de tubería de conducción en HCanales 96
Figura 34: Estabilidad de Talud en Reservorio 98

Índice de Ecuaciones

Ec. 1 Caudal de descarga 17
Ec. 2 Evapotranspiración 18
Ec. 3 Coeficiente de escurrimiento 19
Ec. 4 Precipitación 20
Ec. 5 Precipitación efectiva 20
Ec. 6 Coeficiente de escurrimiento 21
Ec. 7 Abastecimiento mensual 22
Ec. 8 Caudal del mes 22
Ec. 9 Evapotranspiración real del cultivo elegido 22
Ec. 10 Necesidad de riego 26
Ec. 11 Demanda de agua 26
Ec. 12 Eficiencia de conducción 27
Ec. 13 Eficiencia de distribución 27
Ec. 14 Eficiencia de aplicación 27
Ec. 15 Caudal captado 29
Ec. 16 Coeficiente de rejilla 30
Ec. 17 Factor h 31
Ec. 18 Factor Kc 31
Ec. 19 Factor Hcr 31
Ec. 20 Ancho de la rejilla 32
Ec. 21 Ancho de canal 32
Ec. 22 Tirante 32
Ec. 23 Velocidad de flujo 34
Ec. 24 Caudal de diseño 35
Ec. 25 Velocidad de sedimentación 35
Ec. 26 Velocidad de circulación en el tanque 35
Ec. 27 Dimensiones del tanque 36
Ec. 28 Fórmula de Manning 36
Ec. 29 Perímetro mojado 36
Ec. 30 Área mojada 37
Ec. 31 Base (b) 37
Ec. 32 Volumen de almacenamiento 38
Ec. 33 Volumen de almacenamiento trapezoidal 38
Ec. 34 Caudal de descarga 38
Ec. 35 Tiempo de descarga 39

Ec. 36 Espesor de geomembrana 39
Ec. 37 Caudal volumétrico 40
Ec. 38 Velocidad de flujo 40
Ec. 39 Déficit hídrico 43

Resumen

La presente investigación consiste en realizar una propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024. Tuvo como objetivo principal elaborar una propuesta de diseño de infraestructura de riego. Se planteó un problema general y problemas específicos. Se estableció la hipótesis para luego instrumentar rigurosamente las demás hipótesis y, finalmente, analizar los resultados. Por ello se empleó el método científico. Se realizó un levantamiento topográfico en el área de estudio, el cálculo del balance hídrico, la evaluación de las características del suelo y el dimensionamiento de la infraestructura mediante modelos matemáticos e hidráulicos. Los resultados muestran que la infraestructura de riego diseñada contribuirá de manera significativa a la reducción del déficit hídrico en el distrito de Pucará, optimizando el uso del recurso y favoreciendo el desarrollo sostenible del sector agrícola en la zona. La implementación del sistema propuesto permitirá mejorar la eficiencia en la captación, conducción, almacenamiento y distribución del agua, minimizando pérdidas por infiltración y evaporación. El balance hídrico obtenido en el estudio resulta favorable, ya que la disponibilidad de agua calculada es suficiente para abastecer las 25 hectáreas contempladas en la investigación, permitiendo así una reducción del déficit hídrico en un 2.5 %. Sin embargo, las necesidades hídricas en el distrito de Pucará continúan aumentando, lo que resalta la importancia de ampliar la cobertura del sistema. La extensión del presente estudio estuvo limitada debido a restricciones de financiamiento; no obstante, los resultados demuestran que la infraestructura propuesta mejora significativamente el abastecimiento de agua para riego.

Palabras clave: Infraestructura de riego, déficit hídrico, balance hídrico, optimización del riego, riego tecnificado.

Abstract

This research consists of making a proposal for irrigation infrastructure design to reduce the water deficit in the Pucará district, Huancayo province, Junín, 2024, its main objective is to develop a proposal for irrigation infrastructure design, a general and specific problem was posed, hypotheses were established to then rigorously implement the hypothesis and finally analyze the results, for this reason the scientific method was used. A topographic survey of the study area was carried out, the calculation of the water balance, the evaluation of the soil characteristics and the sizing of the infrastructure using mathematical and hydraulic models. The results show that the designed irrigation infrastructure will contribute significantly to the reduction of the water deficit in the Pucará district, optimizing the use of the resource and favoring the sustainable development of the agricultural sector in the area. The implementation of the proposed system will improve the efficiency in the collection, conduction, storage and distribution of water, minimizing losses due to infiltration and evaporation. The water balance obtained in the study is favorable, as the calculated water availability is sufficient to supply the 25 hectares considered in the study, thus allowing a 2.5% reduction in the water deficit. However, water needs in the Pucará district continue to increase, highlighting the importance of expanding the system's coverage. The scope of this study was limited due to funding constraints; however, the results demonstrate that the proposed infrastructure significantly improves the irrigation water supply.

Keywords: Irrigation infrastructure, water deficit, water balance, irrigation optimization, technical irrigation.

Introducción

A nivel mundial, la gestión eficiente del agua para uso en riegos es un desafío muy grande en la agricultura, más que nada en regiones con climas áridos y con dificultades de acceso al agua. Según la Organización del Banco Mundial, “actualmente, la agricultura representa (en promedio) el 70 % del agua dulce que se extrae en el mundo (y una proporción aún mayor del “uso consuntivo del agua”, debido a la evapotranspiración de los cultivos)”. Frente a esto, diversos países implementan estrategias para el óptimo uso del agua, como la modernización de infraestructuras de riego y la reutilización de aguas residuales tratadas. Sin embargo, estas experiencias sirven como referencia para diseñar soluciones y adaptarlas a las condiciones específicas.

En el Perú, en diversas regiones la disponibilidad y gestión del agua para riego son un reto crucial para el desarrollo agrícola, particularmente en la costa y en la sierra, donde la estacionalidad de las lluvias y la sobreexplotación de fuentes hídricas generan un déficit hídrico. En el documento de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), titulado *Estudio de Factibilidad del Plan Maestro de Gestión de Recursos Hídricos*, se indica que "el riego aprovecha aproximadamente el 80 % del agua que se consume en el país, las eficiencias promedio de riego varían entre 35 a 40 %", pero se pierden por infraestructuras obsoletas. Para hacer frente a ello el gobierno impulsa programas de modernización de canales de riego, construcción de infraestructuras y tecnificación del riego.

Sin embargo, en los últimos años la región Junín ha sufrido un déficit hídrico para el riego, provocado por cambios climáticos y falta de planificación en la gestión de recursos. Según las noticias publicadas por el gobierno peruano, “frente al escenario de riesgo por sequía ante el posible fenómeno El Niño, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri) adopta medidas de mitigación y adaptación entorno al inminente déficit hídrico en el valle del Mantaro en el ámbito de la región Junín”. El déficit hídrico no solo afecta la disminución de las labores agrícolas, sino que también afecta, principalmente, la economía de la población y su calidad de vida. La ausencia de sistemas efectivos de riego ha agravado la situación, ya que no le permite garantizar una producción constante y sustentable a los agricultores. La infraestructura actual de riego no puede cumplir la demanda hídrica para la agricultura, lo que produce una considerable disminución en la producción agrícola y, como resultado, las economías distrital y provincial se ven afectadas.

En la investigación titulada *Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024*, se tiene como objetivo general diseñar una propuesta de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, en la provincia de Huancayo, Junín, 2024. En esta investigación se propone planear e implementar soluciones para el problema, es decir, diseñar una propuesta de infraestructuras de riego que permitan obtener mayores beneficios en el uso del agua, un

diseño de infraestructura de riego que se adapte a las condiciones geográficas y climáticas del distrito de Pucará para reducir el déficit hídrico e incrementar la eficiencia en la distribución del agua y su aprovechamiento en la utilización. La propuesta no solo pretende aumentar el volumen del agua disponible para la siembre y cultivos, sino también, a partir de una gestión eficiente, propiciar el desarrollo sostenible en el distrito de Pucará aumentando su producción agrícola y preservando los recursos naturales.

La investigación consta de cinco capítulos en los que se detallan los objetivos propuestos. En el Capítulo I, titulado Planteamiento del estudio, se describen las formulaciones de los problemas, objetivos, justificaciones, delimitación e hipótesis de la investigación. En el Capítulo II, titulado Marco teórico, se verifican las investigaciones pasadas y bases teóricas que sirven como base para el desarrollo de la presente investigación. En el Capítulo III, titulado Metodología, se presenta el estudio metodológico, como el método, tipo, nivel y diseño, así como los materiales y técnicas utilizadas. En el Capítulo IV y V se detallan los resultados de la investigación, las discusiones de los resultados, las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

Capítulo I: Planteamiento del Estudio

1.1. Planteamiento y formulación del problema

En el contexto global, la carencia de agua es uno de los desafíos más críticos que enfrenta la humanidad. La variación de las condiciones climáticas afecta críticamente al aumento del hambre y se considera como una de las causantes principales de la crisis alimentaria. Las condiciones cambiantes del clima afectan directamente la disponibilidad, accesibilidad, uso y estabilidad de la alimentación, así como la salud ambiental. El calentamiento acelerado del planeta va en crecimiento, lo cual modifica los procesos del ecosistema, cambios en el clima y sucesos con condiciones extremas como bajas y altas temperaturas y variaciones en las precipitaciones que provocan sequías e inundaciones. La agricultura es afectada directamente por las sequías debido a que se reduce la disponibilidad hídrica, lo que pone en riesgo los cultivos afectando su crecimiento y productividad. Así, la sequía perjudica la seguridad alimentaria y la economía agrícola, lo cual eleva el costo de vida (1).

América Latina cuenta con un 34 % de las fuentes de agua renovable del mundo. La agricultura es clave, pero dada la situación climática y la demanda creciente de la alimentación, esta industria cuenta con grandes obstáculos. De la disponibilidad hídrica, un 71 % la destinan a la agricultura, donde un 87 % son cultivos que dependen de la precipitación natural. Cabe mencionar que, actualmente, existen altos índices de déficit hídrico para el riego. La agricultura latinoamericana tiene un 25 % de agua en riego, muy poco comparado con países desarrollados, lo que resulta ser un tema de atención. Esta región afronta problemas como carencia de aplicación de un manejo eficiente de los recursos hídricos, tecnología en control, distribución de agua y carencia de manejo de agua riego. América Latina necesita una modernización en la gestión de agua para la agricultura y una implementación efectiva de tecnologías modernas para maximizar la productividad con la mínima calidad posible de agua (2).

En el Perú, el suministro de agua para garantizar la demanda diaria de la gente y del sector agrícola es cada vez menor. La gente no tiene relación con la disponibilidad de agua, pues la mayoría viven en las cuencas del Pacífico, específicamente la costa y sierra del Perú, y la mayoría de la escorrentía ocurre en cuencas que forman parte del Amazonas. Visto así el panorama, es muy costoso el cambio climático, y para ello hace falta realizar “sistemas de riego tecnificado” para el óptimo aprovechamiento del agua para la rentabilidad agrícola (3).

El distrito de Pucará cada año enfrenta dificultades significativas de agua, especialmente durante las épocas secas. Esta problemática se ha agravado debido al cambio climático, la precipitación variable y la ausencia de agricultura en infraestructura de riego. La población se dedica a la siembra y cosecha de papa, maíz, arveja, alfalfa, alcachofa, avena, pasto, haba, aguaymanto, verduras y quinua. Pucará es un distrito agrícola que solo se dedica a

la actividad, importante abastecedor de verduras para la provincia de Huancayo y, en general, para el Perú. En los últimos años, la productividad de la agricultura ha disminuido y esto se debe a que los pobladores solo cosechan con las precipitaciones, es decir, a la salida del invierno, un máximo de una vez al año, lo que afecta la seguridad alimentaria y los ingresos de los agricultores. La ausencia de un sistema de riego eficiente ha intensificado la competencia por el recurso hídrico disponible y ha acelerado la degradación de los ecosistemas naturales. Frente a esta dificultad, la propuesta de implementar una infraestructura de riego tiene por finalidad proporcionar una solución sostenible que disminuya el déficit hídrico, promueva un uso más eficiente del agua y fortalezca la productividad agrícola en Pucará (4).

1.1.1. Problema General

¿Cómo elaborar una propuesta de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?

1.1.2. Problemas Específicos

¿Cuál es la topografía del terreno para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?

¿Cuáles son las características mecánicas del suelo para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?

¿Cuál es el resultado del balance hídrico para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?

¿Cuáles son los componentes de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Elaborar una propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

1.2.2. Objetivos Específicos

Determinar la topografía del terreno para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

Determinar las características mecánicas del suelo para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

Realizar el balance hídrico para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

Determinar los componentes de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación de la investigación

1.3.1.1. Justificación teórica. Esta investigación surge de la necesidad de enfrentar el problema del déficit hídrico, ya que el agua es un elemento crucial para la agricultura y el bienestar socioeconómico de las personas. Este estudio contiene un marco teórico sólido que integra teoría, conceptos y modelos relacionados con el diseño de infraestructuras de riego, y conceptos de balance y déficit hídricos. Se basa en hidrología aplicada que explica el ciclo y comportamiento del agua para, posteriormente, aplicar la ingeniería hidráulica que aborda diseños de infraestructura de captación, conducción, almacenamiento y distribución con normas técnicas relevantes como la FAO y los estándares de MIDAGRI. Los resultados permitirán integrar conocimientos en los interesados del sector de riego, permitiendo contextualizar el problema del déficit hídrico.

1.3.1.2. Justificación práctica. Se proporcionará soluciones prácticas y aplicables para mejorar la vida de la población local y la producción agrícola. La implementación de una infraestructura hídrica promoverá la sostenibilidad ambiental al minimizar pérdidas de este recurso, minimizar la erosión del suelo y promover la recarga natural de acuíferos implementando tecnologías de riego como, por ejemplo, riego por aspersión, lo que optimizará el uso del agua en la agricultura. También fortalecerá a la comunidad frente al cambio climático, proporcionando alternativas para adaptarse a este cambio. Es por ello que se ha planteado una infraestructura que integra captación y almacenamiento, lo que permite que los beneficiarios almacenen agua para usarla en épocas de sequía, asegurando su continuidad de cultivo y la seguridad alimentaria.

1.3.1.3. Justificación metodológica. El presente estudio se enfoca en recopilar y aplicar datos que faciliten abordar de manera eficaz y confiable los objetivos planteados. Asimismo, se utilizará la observación, el análisis documentario, y *softwares* y modelamientos para la buena ejecución del proyecto.

1.3.2. Importancia

El estudio es relevante para la ingeniería civil porque propone una solución para la infraestructura de riego en zonas agrícolas. Esta investigación no solo aborda un problema técnico, sino también uno social, al contribuir al desarrollo de las comunidades con una correcta distribución del agua. Los resultados tendrán un impacto significativo en la gestión hidráulica en zonas agrícolas, al permitir un sistema de riego más eficaz y promover el uso responsable del recurso hídrico.

1.4. Delimitación del proyecto

1.4.1. Delimitación geográfica

El estudio se desarrolló en el Valle del Mantaro, en el departamento de Junín, y abarcó el distrito de Pucará, provincia de Huancayo. La elección de esta zona responde a la falta de un sistema de riego agrícola. Además, el estudio se realizó considerando la microcuenca de la quebrada Matapoccha y la zona de cultivos ubicada al lado del centro poblado de Pachachaca.

Norte: Distrito de Sapallanga.

Sur: Distrito de Cullhuas.

Este: Región Huancavelica.

Oeste: Distrito de Huacrapuquio.

1.4.2. Delimitación temporal

Se desarrolló en los años 2024-2025, a lo largo de los meses de setiembre a febrero.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis de la investigación

1.5.1.1. Hipótesis general. La propuesta de infraestructura de riego redujo el déficit hídrico, basada en captación, línea de conducción, reservorio y líneas de distribución, en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

1.5.1.2. Hipótesis específica. La topografía del terreno se caracteriza por pendientes moderadas, lo que permite un diseño eficiente de infraestructura de riego que reduce el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

Las características mecánicas del suelo presentan propiedades geotécnicas favorables y son aptas para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

El balance hídrico resulta favorable para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

Un sistema de captación, conducción y almacenamiento de agua reduce el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.

1.5.2. Variables de la investigación

1.5.2.1. Variable independiente.

Infraestructura de riego

Definición conceptual

Según Arreguín (5), la infraestructura del agua es un activo muy importante para la población, que muy aparte de aprovechar el recurso hídrico del agua, tiene el objetivo de cuidar y regular las avenidas para proteger a la población y mantener las reservas para tiempos de escasez.

Definición operacional

En este estudio, la infraestructura hidráulica se evaluó a través de indicadores técnicos y estructurales, tales como la capacidad de almacenamiento del reservorio (m^3), la distancia de la línea de conducción y distribución (km), y la eficiencia de los sistemas de captación y conducción (m3/s). Se recopilaron datos de fuentes oficiales como la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), y mediciones directas en campo.

1.5.2.2. Variable dependiente.

Déficit hídrico

Definición conceptual

Parihuana (6) indica que el déficit hídrico del agua se origina por la diferencia entre su oferta y su demanda. La demanda se basa en los requerimientos hídricos específicos de cada cultivo para alcanzar una producción óptima y esperada. Es fundamental contar con sistemas eficientes de captación, conducción, almacenamiento, derivación y aplicación del agua a las áreas de sembrío. Sin embargo, a lo largo de este proceso, se generan pérdidas significativas, ya que no se logra aprovechar el 100 % del agua desde su punto de origen.

Definición operacional

Para este estudio, el déficit hídrico se midió mediante indicadores como la determinación del volumen de agua disponible en fuentes superficiales cercanas al lugar que necesita riego (m^3/año), la diferencia entre la precipitación media anual y la evapotranspiración potencial (mm/año), la cantidad de hectáreas agrícolas afectadas por la escasez de agua (has.) y el impacto en la productividad de cultivos estratégicos (demanda de agua m3/s). Se analizaron datos históricos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y reportes de asociaciones de productores locales.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Iñiguez et al. (2015) realizaron un trabajo de investigación titulado *La infraestructura hidroagrícola ante escenarios del cambio climático*. El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y la Universidad Autónoma de México proponen un procedimiento para evaluar la pérdida combinada de agua de los cultivos, utilizados para amplias zonas irrigadas con diversas plantas, tiempos de semillación y repeticiones agrícolas. Esta estrategia forma la base para evaluar los efectos de las alteraciones de la infraestructura bajo proyecciones de escenarios de cambio climático, factores en dos medidas de ajuste agrícola. Los resultados demuestran que los ajustes dirigidos a la adaptabilidad climática del siglo medio, como por la proyección de emisiones de gas A1B, implican un posible aumento del 5 % en la capacidad de diseño de las infraestructuras de irrigación a gran escala (7).

Este estudio se relaciona con las variables de la presente tesis, ya que analiza la pérdida de agua en los cultivos y la necesidad de ajustar las infraestructuras hidroagrícolas frente al cambio climático. Su estudio destaca que, bajo la proyección de emisiones A1B, se requeriría un aumento del 5 % en la capacidad de diseño de los sistemas de riego a gran escala, lo que enfatiza la importancia de planificar obras hidráulicas adaptativas. Además, su metodología para evaluar la pérdida combinada de agua permite diseñar estrategias más eficientes para mitigar el déficit hídrico, asegurando un mejor aprovechamiento del recurso en zonas agrícolas con diversas condiciones de cultivo.

Villanueva (2019) realizó una investigación titulada *Criterios hidráulicos para proyectos de tecnologías de micro generación en infraestructura de riego*. La Universidad de Chile, en colaboración con el Departamento de Física-Math en la Escuela de Ingeniería de Construcción, busca mejorar los sistemas actuales de agua agraria. Esta iniciativa se centra en el aumento de la producción de micro hidroelectricidad en zonas ricas para uso, pero no explotadas para el mismo. El objetivo principal de este estudio es mejorar el uso óptimo de suministros actuales de agua, aumentando así la durabilidad de los proyectos de irrigación y promoviendo la adopción de energía renovable en la agricultura (8).

El estudio se relaciona con las variables de estudio, ya que propone la optimización del uso del agua en sistemas de irrigación mediante la incorporación de tecnologías de micro generación hidroeléctrica. La mejora en la eficiencia de la infraestructura de riego, al integrar el aprovechamiento energético, contribuye a una gestión más sostenible del recurso hídrico, lo que puede reducir el déficit hídrico al maximizar el uso de los suministros disponibles. Además, el aumento en la durabilidad de los proyectos de irrigación fortalece la resiliencia del sistema ante la variabilidad climática, asegurando un abastecimiento más estable para la agricultura.

Asimismo, Redondo et al. (2023), en su trabajo de investigación *Análisis y alternativas para paliar el déficit hídrico en la Demarcación Hidrográfica del Segura (2022-2027), sureste de España*, artículo científico publicado en la base de datos de la Universidad de Alicante, plantean como objetivo llevar a cabo un análisis detallado del déficit hídrico en la DHS, específicamente identificado en las áreas de riego del Trasvase Tajo-Segura (TTS), y proponen soluciones que faciliten la gestión de nuevos recursos hídricos no convencionales, principalmente desalinizados, con el fin de mitigar la situación de escasez. En segundo lugar, para lograr movilizar estos nuevos recursos, es necesario implementar nuevas infraestructuras, las cuales ya están contempladas en la planificación vigente. Esto implica calcular los costos adicionales que generarían estas infraestructuras y analizar su impacto en el sector agrícola de la DHS (9).

Dicho estudio se relaciona con la variable "déficit hídrico", porque analiza el problema de escasez de agua en la Demarcación Hidrográfica del Segura y propone soluciones basadas en la gestión de recursos hídricos no convencionales, como el agua desalinizada. La investigación destaca la necesidad de nuevas infraestructuras para movilizar estos recursos, lo que refuerza la importancia de un diseño eficiente y sostenible de los sistemas de riego. Además, al evaluar los costos e impactos de estas infraestructuras en el sector agrícola, se aporta información clave para la planificación de proyectos que busquen reducir el déficit hídrico y garantizar la disponibilidad de agua para la producción agrícola.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Carranza (2019), en su trabajo de investigación titulado *La gestión de recursos hídricos en un escenario de escasez hídrica como consecuencia del cambio climático*, buscó demostrar que la administración pública no dispone de mecanismos realmente efectivos para asegurar la seguridad jurídica de los ciudadanos ni para garantizar el respeto a sus derechos fundamentales. Además, se analizó el cumplimiento de los principios establecidos en la Ley de Recursos Hídricos. Los hallazgos evidenciaron varias deficiencias en la gestión estatal, lo que sugiere que su actuación podría no ser la más adecuada y, en consecuencia, derivar en la vulneración de derechos (10).

Dicha investigación se relaciona con las variables de este estudio, ya que evidencia deficiencias en la gestión estatal de los recursos hídricos en un contexto de escasez agravado por el cambio climático. La falta de mecanismos efectivos para garantizar el acceso y uso equitativo del agua puede afectar la planificación y ejecución de infraestructuras de riego, dificultando la mitigación del déficit hídrico en zonas agrícolas. Además, el análisis del cumplimiento de la Ley de Recursos Hídricos resalta la importancia de una gestión más eficiente y transparente, clave para asegurar el desarrollo sostenible de los sistemas de riego y la disponibilidad de agua para la producción agrícola.

Llauca (2014), en su trabajo de investigación *Estudio del balance hídrico superficial de las cuencas del Anya y del Mchique, Departamento de Junín – Perú*, tuvo como objetivo principal analizar el balance hídrico actual y futuro de ambas cuencas, utilizando modelos hidrológicos. Los resultados mostraron que el uso del modelo MODSIM permitió evaluar el balance de agua en las cuencas Anya y Mchique, identificando periodos de escasez y excedentes. Entre las conclusiones más relevantes se destaca que fue posible simular el comportamiento hidrológico de las cuencas, lo que sugiere que las áreas con riego limitado podrían ampliarse en el corto plazo. Además, el análisis del balance hídrico indicó que hay suficiente disponibilidad de agua a corto, mediano y largo plazo, lo que abre la puerta a nuevos proyectos de irrigación para expandir las tierras agrícolas (11).

Este antecedente se relaciona con las variables de investigación, ya que utiliza el análisis del balance hídrico mediante el modelo MODSIM que permite identificar periodos de escasez y excedentes de agua en las cuencas estudiadas. Sus resultados sugieren que, al contar con suficiente disponibilidad hídrica a diferentes plazos, es posible ampliar las áreas de riego y desarrollar nuevas infraestructuras, contribuyendo así a reducir el déficit hídrico y optimizar el uso del recurso en la agricultura.

Chávez y Salazar (2022), en su investigación de pregrado titulada *Diseño de la Bocatoma y línea de conducción del sistema de riego Sausal en el sector La Barranca, La Libertad*, tuvieron como objetivos principales la simulación hidráulica de la bocatoma y el diseño del canal de conducción para garantizar el abastecimiento de agua en el sector La Barranca, La Libertad, utilizando como fuente el río Chicama. La metodología aplicada se basó en un enfoque científico, con un tipo de investigación experimental y de nivel cuasi-experimental. Entre los resultados obtenidos se identificó el óptimo rendimiento hidráulico del barraje fijo y la bocatoma, lo que permitió diseñar de manera eficiente la conducción del agua hacia el canal de derivación. Finalmente, las conclusiones de la investigación demostraron que el uso del programa Iber facilitó la simulación de las estructuras hidráulicas y proporcionó información que respaldó las dimensiones establecidas. Asimismo, se determinó que el diseño de la bocatoma y la línea de conducción tienen un impacto positivo, ya que garantizan el abastecimiento de agua para satisfacer la demanda hídrica del sector (12).

Según la investigación realizada, el diseño de la bocatoma y la línea de conducción optimizan la captación y distribución del agua para riego. La simulación hidráulica utilizada con el programa Iber permitió garantizar un abastecimiento eficiente, lo que contribuye a reducir el déficit hídrico en el sector La Barranca. Además, la adecuada planificación de estas estructuras fortalece la infraestructura de riego, asegurando un uso más eficiente del recurso hídrico en la agricultura.

La investigación de pregrado que sustentaron Miranda y García (2023), titulada *Propuesta de regla de operación de una presa para atender el déficit hídrico en el periodo de*

estiaje de los sectores de riego de Cocachacra, Punta de Bombón y Ensenada, mediante modelamiento WEAP, tuvo como objetivo evaluar distintas opciones para la regla de operación de la Presa Yanapujio, ubicada en la confluencia de las subcuencas de Paltiture e Ichuna, a fin de equilibrar la oferta y la demanda de agua para uso agrícola. Para ello, se aplicó una metodología de carácter exploratorio, descriptivo y explicativo, con un enfoque de investigación documental. Entre los principales resultados se identificó la existencia de un déficit hídrico tanto en el escenario actual como en el proyectado. Asimismo, se determinó la posibilidad de extraer agua de la presa una vez implementado el proyecto. Mediante la simulación con la herramienta de planificación WEAP, se lograron establecer reglas de operación para la gestión de la presa durante los periodos de estiaje (13).

La investigación anterior se relaciona con las variables de estudio debido a que analiza la gestión de una presa para optimizar la distribución del agua en periodos de estiaje. La aplicación del modelo WEAP permitió establecer reglas de operación que equilibran la oferta y demanda hídricas, contribuyendo a mitigar el déficit de agua en los sectores de riego estudiados.

Sernaque (2023), en su investigación de pregrado titulada *Diseño de línea de conducción con fines de abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal – Malval, distrito de Corrales*, fijó como objetivo: diseñar una línea de conducción que garantice el suministro de agua para riego en los sectores de Pechichal - Maval. Aplicando una metodología de tipo no experimental de nivel descriptivo y enfoque cuantitativo, obtuvo los siguientes resultados: en su situación actual, esto es, sin proyecto, la demanda máxima para riego es 72.40 ha en el mes de octubre, con una demanda de 142 l/s y una masa de cabecera de canal de 2 605 079 m3. Finalmente, las conclusiones del estudio indicaron que, para la conducción del agua a partir de la primera toma, se empleará un ducto de concreto, mientras que en las secciones posteriores se optará por tuberías de HDPE (14).

El estudio elaborado por Sernaque se relaciona con las variables de investigación, ya que el diseño de la línea de conducción busca optimizar el abastecimiento de agua para riego en los sectores de Pechichal - Malval. La identificación de la demanda máxima y la selección de materiales adecuados para la conducción del agua contribuyen a mejorar la eficiencia del sistema de riego, reduciendo pérdidas y garantizando un suministro continuo. Esto es clave para mitigar el déficit hídrico y fortalecer la infraestructura hídrica en la zona agrícola.

Luna (2024) realizó una investigación de pregrado titulada *Disminución del déficit hídrico del sector de riego de Cunas del valle del Mantaro mediante el aprovechamiento de los recursos hídricos del período de lluvias en una represa de regulación*. El estudio tuvo como objetivo principal reducir el déficit hídrico en los sectores de riego de Cunas, aprovechando los recursos hídricos durante la temporada de lluvias. Los resultados mostraron que se desarrolló un modelo hidrológico con el software WEAP para calcular los balances hídricos, logrando un

índice de Nash de 0.844, un índice de sesgo (Bias) de 0.045 y un coeficiente de correlación de 0.921. Finalmente, las conclusiones indicaron que la oferta hídrica para la agricultura en las áreas de Laive-Yanacancha, San José de Quero y Cunas Bajo es de 82.22 MMC/año, proveniente del río Cunas. La construcción de represas permitiría una reducción significativa del déficit hídrico, alcanzando una cobertura de la demanda de hasta el 98% (15).

Esta investigación se relaciona con las variables en estudio porque plantea la construcción de represas como una solución para almacenar agua en temporada de lluvias y optimizar su uso en riego. La aplicación del modelo hidrológico con WEAP permite evaluar la oferta y demanda hídricas, demostrando que la regulación del recurso puede reducir significativamente el déficit hídrico en los sectores de Cunas. Esto resalta la importancia de una infraestructura adecuada para garantizar la disponibilidad de agua y mejorar la eficiencia en la gestión del riego agrícola.

Valverde (2018), en su investigación de pregrado titulada *Diseño del mejoramiento de la infraestructura del canal de riego Ramal Juan Julio Ganoza Vargas sector la encalad, distrito de Moche-Trujillo La Libertad*, tuvo como objetivo principal mejorar la infraestructura hidráulica del canal y sus infraestructuras para aumentar nuevas hectáreas y tener mayor producción en los cultivos. El método que empleo fue las fichas para obtener datos de campo. Para obtener dichos resultados el autor realizó visitas de campo para determinar los caudales existentes y las hectáreas a beneficiar. Realizó un levantamiento topográfico para poder diseñar las líneas de conducción y las estructuras necesarias para obtener un buen funcionamiento del proyecto. En los trabajos de gabinete se utilizaron *softwares* de ayuda: AutoCAD, Word, S10 costos y presupuestos, con lo que pudo obtener un proyecto eficiente (16).

El estudio de Valverde se relación con las variables de estudio, ya que el mejoramiento del canal de riego busca optimizar la distribución del agua y ampliar la superficie agrícola beneficiada. El uso de levantamientos topográficos y *software* especializado le permitió diseñar una infraestructura eficiente, asegurando un mejor aprovechamiento del recurso hídrico. Esto contribuye a reducir el déficit hídrico al mejorar la disponibilidad de agua para los cultivos, incrementando la producción agrícola en el sector de Moche-Trujillo.

Lobato y Segura (2022), en su investigación que lleva por título *Evaluación y rediseño de la infraestructura de riego del sector El Ingenio, Distrito de Buenos Aires, Provincia Morropón-Piura*, plantearon como objetivo: evaluar y rediseñar la infraestructura de riego del sector El ingenio, para lo cual se realizaron estudios básicos de ingeniería como la topografía, el estudio de suelos e hidrológico. Sus resultados muestran un canal revestido de conducción y 45 obras de arte para el correcto funcionamiento de la estructura hidráulica. Adicionalmente, generaron un metrado y un presupuesto para una futura construcción (17).

De acuerdo a esta investigación, las variables en estudio se relacionan, ya que la evaluación y el rediseño del sistema de riego en el sector El Ingenio buscan mejorar la eficiencia

en la conducción y distribución del agua. La implementación de un canal revestido y obras de arte optimizan el uso del recurso hídrico, reduciendo pérdidas y garantizando un mejor suministro para la agricultura. Esto contribuye a mitigar el déficit hídrico al mejorar la infraestructura hidráulica y asegurar una gestión más eficiente del agua en la zona.

Núñez (2024), en su investigación titulada *Generación de caudales de diseño empleando metodologías convencionales con fines hidroenergéticos en la unidad Hidrográfica Canipaco, Junín, 2022* tuvo como objetivo general identificar qué metodología de generación de caudales se ajusta más a la información de la estación hidrométrica Quillón de la unidad hidrográfica de Canipaco. El autor utilizó un método comparativo, con tres metodologías para dicha investigación. Su población fue la Unidad hidrográfica Canipaco y la muestra el sector de Chilcay. Los resultados muestran que la metodología de Lutz Scholz es confiable, el método de Temez no se acerca a los datos de la unida hidrométrica, pero el método de Pisco sí se acerca a los datos de la unidad. Las conclusiones permiten afirmar que las metodologías de Lutz Scholz y Pisco tienen un alto porcentaje de confiabilidad y pueden ser aplicadas en ámbitos similares (18).

La investigación de Núñez se relaciona con las variables de la presente tesis, ya que la generación de caudales de diseño mediante metodologías confiables permite una mejor planificación y gestión del recurso hídrico. La identificación de métodos adecuados para estimar caudales contribuye a optimizar la infraestructura de riego, asegurando una distribución eficiente del agua. Esto es fundamental para mitigar el déficit hídrico, ya que permite una mejor toma de decisiones en la construcción y operación de sistemas de riego en zonas con variabilidad en la disponibilidad del agua.

Vega (2021), en su investigación titulada *Mejoramiento de la Infraestructura de riego para incrementar la eficiencia de riego y aprovechamiento hídrico en la localidad de San Martin, Distrito de la Encañada, Cajamarca*, tuvo como objetivo determinar la eficiencia de la conducción y la demanda hídrica de un canal de riego, utilizando como método las mediciones y los cálculos por métodos. Los resultados muestran que el sistema de riego por gravedad puede irrigar 38.38 ha., con una disponibilidad de 20lts/s necesitaría 32.53lts/s; sin embargo, con una infraestructura por aspersión se requeriría un caudal de 18.59lts/s., llegando a la conclusión de que con una infraestructura de aspersión habría un mejor aprovechamiento hídrico (19).

La investigación de Vega se relaciona con las variables de estudio debido a que demuestra cómo la mejora en los sistemas de riego puede optimizar el uso del agua y reducir las pérdidas en la conducción. La comparación entre riego por gravedad y por aspersión evidencia que una infraestructura más eficiente permite un mejor aprovechamiento del recurso hídrico, disminuyendo la demanda y mitigando el déficit hídrico en la zona. Esto resalta la importancia de diseñar sistemas adecuados para garantizar una distribución sostenible del agua en la agricultura.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Infraestructura de riego

Dentro de un sistema de riego, la etapa de planificación, que incluye el diseño hidráulico, es fundamental porque en dicha etapa se establecen las estrategias para la operatividad de la infraestructura de riego, considerando la captación, transporte mediante canales abierto o cerrados y la regulación del flujo. Por esta razón, es esencial elaborar los diseños de la infraestructura identificada durante la fase de campo, que abarca canales y diversas estructuras hidráulicas como acueductos, canoas, alcantarillas y tomas laterales. Además, incluyen obras especiales, entre ellas bocatomas, desarenadores, túneles y sifones. El caudal es un parámetro fundamental para dimensionar estas obras y está vinculado a la disponibilidad de agua, las características del suelo, los cultivos, las condiciones climáticas y los diferentes sistemas de riego en relación con el sistema agua-suelo-planta (20).

2.2.1.1. Topografía del terreno. Puerta (2015) menciona que la topografía es una disciplina geométrica que se aplica a la representación de la realidad física estática del entorno. Consiste en trasladar a un plano topográfico lo observado en el terreno, ya sea en áreas rurales o naturales, reflejando la superficie terrestre, o en espacios urbanos, donde se documentan elementos como edificaciones, calles, muros y otras estructuras existentes en un lugar específico (21).

Procedimientos topográficos

En términos generales, se realizan varios procedimientos topográficos, destacando los siguientes: la nivelación es un método topográfico que permite calcular el desnivel entre dos puntos (A y B) mediante el uso de un nivel y una mira vertical; la planimetría enfocada en los métodos e instrumentos utilizados para representar en un plano horizontal la posición exacta de los puntos más relevantes del terreno; la altimetría determina las alturas o cotas de diferentes puntos con respecto a una superficie de referencia, que usualmente es el nivel medio del mar o un punto arbitrario (21).

Método de radiación

El método de radiación es una técnica comúnmente utilizada en levantamientos topográficos de superficies medianas y extensas, especialmente en terrenos con topografía irregular y densa vegetación. Este procedimiento se basa en una poligonal principal previamente establecida, desde cuyos vértices se proyectan radiaciones para determinar la ubicación de los puntos de detalle y de relleno.

Los equipos empleados en este tipo de levantamiento incluyen el taquímetro con mira vertical o la estación total con prisma. Cuando se utiliza un taquímetro y una mira vertical, es necesario registrar los ángulos horizontales y verticales, así como las lecturas obtenidas con los hilos del retículo distanciómetro. En cambio, al emplear una estación total con prisma, los

puntos suelen almacenarse automáticamente en un archivo con formato ASCII dentro de la libreta electrónica de campo, registrando sus coordenadas con precisión (21).

2.2.1.2. Características mecánicas de los suelos. En términos generales, dentro de la ingeniería el suelo se define como una mezcla no cementada de partículas sólidas compuestas por minerales y materia orgánica en descomposición, junto con el líquido y el gas que llenan los espacios vacíos entre dichas partículas. Este material es ampliamente utilizado en proyectos de ingeniería civil tanto como elemento de construcción como para proporcionar soporte a las cimentaciones estructurales (22).

Análisis mecánico del suelo

El análisis mecánico consiste en determinar el rango de tamaños de las partículas que conforman un suelo. Para obtener la distribución granulométrica del suelo, se emplean comúnmente dos métodos: 1) el análisis por cribado, utilizado para partículas con un diámetro superior a 0.075 mm, y 2) el análisis hidrométrico, aplicado a partículas de menor tamaño. A continuación, se explican los principios fundamentales de ambos métodos (22).

Análisis por cribado

El análisis por cribado consiste en agitar una muestra de suelo a través de un conjunto de mallas con aberturas de tamaño decreciente. Los tamaños de estas aberturas se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1

Tamaños de mallas americanas

Malla N°	Abertura (mm)
4	4.75
6	3.35
8	2.36
10	2.00
16	1.18
20	0.85
30	0.60
40	0.43
50	0.30
60	0.25
80	0.18
100	0.15
140	0.11
170	0.09
200	0.08

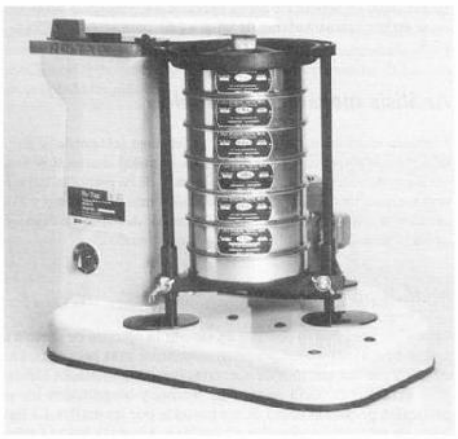
Nota. Fundamentos de Ingeniería Geotecnia (22).

El procedimiento inicia con el secado del suelo en un horno, seguido de la desintegración de los grumos en partículas más pequeñas antes de tamizarlas. La Figura 1 ilustra un conjunto de mallas colocado en un vibrador de tamices, equipo utilizado en el laboratorio

para realizar la prueba. Una vez finalizado el tiempo de vibración, se mide la masa del suelo retenido en cada malla.

Figura 1

Vibrado de tamiz en laboratorio



Nota. Fundamentos de Ingeniería Geotecnia (22).

En el caso de suelos cohesivos, donde la disgregación de los grumos en partículas individuales es más compleja, el material se mezcla con agua para formar una lechada que se filtra a través de las mallas. Las fracciones retenidas en cada tamiz se recolectan por separado, se secan en horno y luego se determina su masa.

Los resultados del análisis por cribado se expresan generalmente como el porcentaje del peso total de la muestra que atraviesa cada malla (22).

Contenido de humedad

Para establecer una relación entre el peso específico (o densidad), la relación de vacíos y el contenido de agua, se analiza un volumen de suelo donde el volumen de las partículas sólidas se considera igual a 1, como se ilustra en la Figura 2. En este caso, el volumen de los vacíos equivale numéricamente a la relación de vacíos e. Los pesos correspondientes a los sólidos del suelo y al agua se expresan de la siguiente manera (22):

Consistencia del suelo

Cuando un suelo de grano fino contiene minerales de arcilla, puede ser moldeado en presencia de humedad sin desmoronarse. Esta propiedad cohesiva se debe a la capa de agua adsorbida que rodea las partículas de arcilla (22).

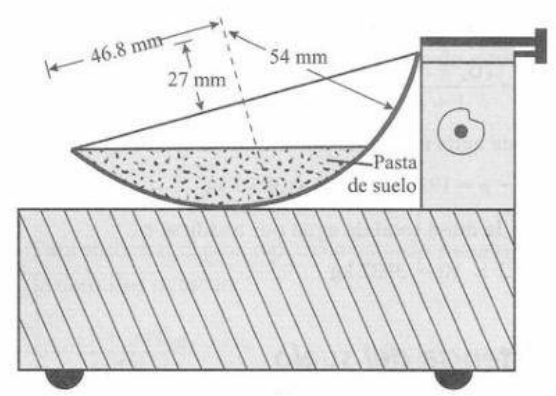
Das (2014) menciona lo siguiente: “El contenido de agua en el punto de transición de estado semisólido a plástico es el límite plástico, y de estado plástico a líquido es el límite líquido. Esos límites se conocen también como límites de Atterberg” (22).

Límite líquido

Para este ensayo se utiliza la copa Casagrande, se coloca una pasta de suelo dentro de la copa y se traza una ranura en su centro con una herramienta de corte estándar. Luego, utilizando la manivela, la copa se eleva y se deja caer repetidamente desde una altura de 10 mm. Se considera como límite líquido el contenido de agua (expresado en porcentaje) necesario para que la ranura se cierre a lo largo de una distancia de 12.7 mm en el fondo tras 25 golpes. El procedimiento de esta prueba está estandarizado en la norma ASTM D-4318.

Figura 2

Copa de Casagrande



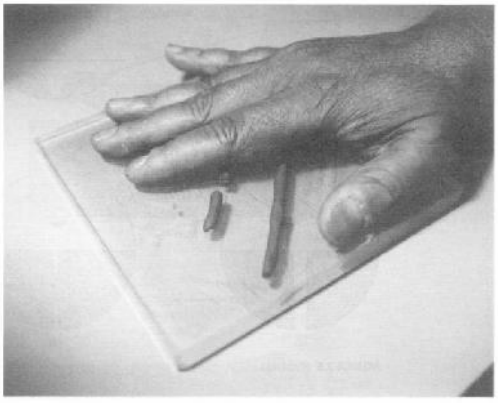
Nota. Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica (22).

Límite plástico

El límite plástico se define como el porcentaje de contenido de agua en el que el suelo, al ser moldeado en rollos de 3.2 mm de diámetro, comienza a desmoronarse. Este valor representa el límite inferior de la fase plástica del suelo. La prueba para determinar el límite plástico es sencilla y consiste en enrollar manualmente una pequeña masa de suelo con forma elipsoidal sobre una placa de vidrio (ver Figura 3), hasta alcanzar el diámetro especificado (22).

Figura 3

Ensayo de índice plástico



Nota. Fundamentos de ingeniería geotécnica *(22)*

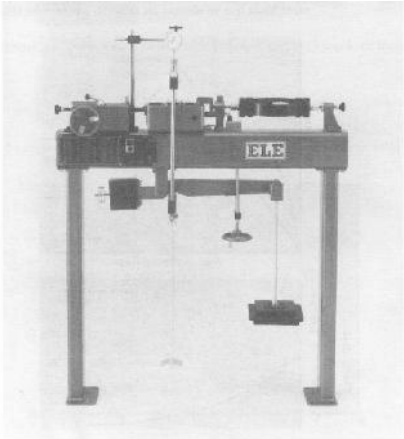
Prueba de corte directo

La prueba de corte directo es un método simple y antiguo para medir la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. Consiste en colocar una muestra en una caja de corte metálica dividida en dos mitades y aplicar una carga normal desde la parte superior. Luego, se genera la falla desplazando una mitad de la caja respecto a la otra.

Existen dos formas de control en la prueba: por esfuerzo y por deformación unitaria. En la primera, la fuerza cortante se aplica en incrementos hasta que la muestra falla, registrando el desplazamiento y el cambio de volumen. En la segunda, se impone un desplazamiento constante mediante un motor, midiendo la resistencia cortante en cada punto (22).

Figura 4

Ensayo de corte directo



Nota. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (22).

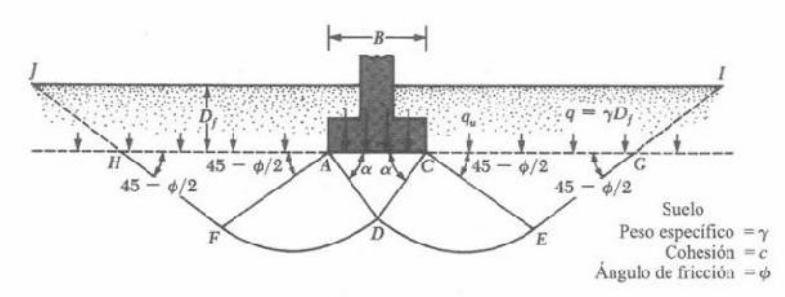
Capacidad cortante

En 1943, Terzaghi desarrolló la primera teoría para calcular la capacidad última de carga en cimentaciones superficiales. Según su definición, una cimentación es superficial si su profundidad (Df) es igual o menor que su ancho. Sin embargo, estudios posteriores han propuesto que también pueden considerarse superficiales aquellas con una profundidad de hasta 3 o 4 veces su ancho.

Para cimentaciones continuas o de franja (donde la relación entre ancho y largo tiende a cero), Terzaghi planteó que la superficie de falla en el suelo bajo carga última adopta un patrón similar al mostrado en la Figura 5, correspondiente a una falla cortante general. Además, el peso del suelo sobre la cimentación se modela como una sobrecarga equivalente. La zona de falla se divide en tres partes, según la representación esquemática de la Figura 5.

Figura 5

Falla por capacidad de carga en un suelo con una cimentación



Nota. Fundamentos de la ingeniería Geotécnica.

2.2.1.3. Balance hídrico. Un factor clave dentro de la hidrología es el balance hídrico, debido a su papel para evaluar la cantidad de agua disponible en una región particular. A pesar de que el balance hídrico tiene una fórmula simple, medir sus componentes suele ser difícil. Esto se debe principalmente a que no hay mediciones directas disponibles, las diferencias espaciales en la evapotranspiración, las considerables filtraciones hacia los acuíferos y las variaciones en la acumulación de agua dentro de los límites de la cuenca (23).

Supongamos que la oferta y la demanda de agua están en equilibrio a lo largo del tiempo, lo que significa que la retención de agua en la cuenca es sostenible a largo plazo. Suponiendo que hay un año promedio donde una cantidad constante de precipitación se evapora, la ecuación de Fisher se puede modificar con la suposición del método racional. Una unidad de medida diferente también resulta en la siguiente expresión (24):

Ec. 1 Caudal de descarga

$$Q = c' * C * P * AR \qquad (1)$$

Donde:

Q: Descarga (m3/seg).

c': Coeficiente para la conversión del tiempo (mes/seg).

C: Coeficiente de escurrimiento.

P: Precipitación total mensual (mm/mes).

AR: Área de la cuenca (m2).

2.2.1.3.1. Oferta y demanda en un proyecto de riego. Un punto clave en la ingeniería de riego es la determinación de la disponibilidad y demanda hídrica, es decir, la demanda de agua de la vegetación. Es un componente fundamental para dimensionar la infraestructura de riego y organizar el riego en las distintas parcelas. La cuantificación del agua consumida, llamada evapotranspiración real, viene determinada por diversos procedimientos, que típicamente incluyen parámetros climáticos como la evaporación clase "A" del tanque, la

humedad relativa, la radiación solar y la temperatura. Determinar la demanda hídrica de un cultivo a través de dichos procedimientos es la primera acción para cumplir la finalidad planteada. A pesar de eso, la distribución del agua de riego puede optimizarse si se comprende la vinculación entre el impacto económico y su relevancia en la producción del agua. Esto significa que no solamente existe un requisito técnico-fisiológico, sino también un requisito económico sobre la disponibilidad hídrica, por lo que el consumo de agua no es un valor constante (25).

2.2.1.3.2. Oferta hídrica. La oferta hídrica superficial total se refiere a la magnitud de agua que, una vez precipitada sobre una cuenca, tras haber cumplido las necesidades de infiltración y evapotranspiración en el sistema del suelo y la vegetación, recorre por los distintos cauces principales de los ríos y otros cuerpos superficiales. Esta agua también abastece lagunas, lagos y reservorios, confluyendo directa o indirectamente a la cuenca oceánica final. Los hidrólogos suelen denominar a esta porción de agua como "escorrentía superficial", y su medición es el componente principal en las redes de monitoreo hidrológico que operan en varios países (26).

Modelo Lutz Scholz

El método seleccionado para calcular los caudales se fundamenta en el balance hídrico. Esto facilita la inclusión de distintos componentes, incluyendo la precipitación, la evaporación y los ingresos naturales en la cuenca, en un modelo matemático que estima las descargas. Una de las ventajas de este modelo es que facilita la evaluación de la contribución de cada componente en el balance hídrico, lo que permite ajustarlo mediante aforos. Además, el modelo posibilita la combinación de diversas influencias a través de submodelos determinísticos o estocásticos. Aunque todos los submodelos cuentan con un determinado nivel de falla, la ley de Gauss dicta que la falla global del sistema es menor que la sumatoria de fallas individuales. Esta misma propiedad se puede utilizar al combinar múltiples partes pequeñas del fenómeno en estudio (24).

Método de Hargreaves (Evapotranspiración)

La evapotranspiración se calcula mediante la fórmula de radiación propuesta por G.H. Hargreaves, utilizada para estimar la evapotranspiración potencial (24).

Ec. 2 Evapotranspiración

$$ETP = 0.0075 \text{ x } RSM \text{ x } TMF$$

$$RSM = 0.075 \text{ x } RMM \text{ x } \left(\frac{n}{N} x100\right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Donde

ETP: Evapotranspiración potencial anual.

RSM: Radiación solar equivalente.

RMM: Radiación extraterrestre equivalente RMM = Ra x DM.

Ra: Radiación extraterrestre equivalente en mm /día, obtenida de acuerdo a la latitud del lugar (Manual 24 FAO).

DM: Número de días del mes.

: "Horas de sol promedio del lugar.

N: Horas de sol posible según la latitud (Manual 24 FAO).

TMF: Temperatura media mensual en F°.

La temperatura anual de la cuenca se estima a partir de datos registrados en las estaciones de referencia, considerando un gradiente térmico de -5.3 °C por cada 1,000 metros de altitud, establecido para la región de la sierra (24).

Método de L Turc y Lutz

Para el coeficiente de escurrimiento en la región sur, especialmente en la sierra peruana, la metodología de Turc no resulta adecuada debido a las distintas condiciones climáticas que se presentan en las zonas montañosas, donde las temperaturas son bajas -alrededor de 7°C- a pesar de estar en una región tropical. Por ello, se ha buscado una metodología más adecuada para el área del proyecto. Se han evaluado diversas ecuaciones de regresión, incluyendo modelos lineales, cuadráticos y logarítmicos, teniendo en cuenta el déficit hídrico o el coeficiente "C" en función de variables como precipitación, evaporación y temperatura, basadas en la correlación del déficit hídrico con el coeficiente de escurrimiento (24).

En el área del proyecto se utilizaron las siguientes expresiones matemáticas, las cuales han sido elaboradas de observaciones realizadas en las regiones de Huancavelica y Cuzco. (24)

Ec. 3 Coeficiente de escurrimiento

$$C = 3.16\ x\ 10^{12} x\ p^{-0.571} x EP^{-3.686} \qquad (3)$$

Donde:

C: Coeficiente de escurrimiento.

P: Precipitación total anual (mm/año).

EP: Evapotranspiración anual de acuerdo a Hargreaves (mm/año).

R: Coeficiente de correlación, nivel de significativo; n=8; r0.05 = 0.707.

Precipitación efectiva (P.e)

Suponiendo que los caudales promedio vistos reflejan un balance entre el consumo y el suministro en la contención de la cuenca correspondiente, se llegó a obtener la precipitación efectiva tomando en cuenta el coeficiente promedio de escurrimiento, asumiendo que la proporción entre la precipitación total y la precipitación efectiva corresponde a dicha variable u coeficiente (24).

Para el desarrollo del cálculo se aplicó el método del "United States Bureau of Reclamation (USBR)", que sirve para estimar la fracción de lluvia que puede ser aprovechada en los cultivos. En el campo de la hidrología, la precipitación efectiva se define como "la parte de la precipitación total mensual que se traduce en déficit, según el enfoque original del USBR" (24).

Con el objetivo de calcular la precipitación efectiva (PE), se determinó un polinomio de quinto grado (24):

Ec. 4 Precipitación

$$PE = a_0 + a_1 xP + a_2 xP^2 + a_3 xP^3 + a_4 xP^4 + a_5 xP^5 \qquad (4)$$

Donde:

PE: Precipitación efectiva.

P: Precipitación total mensual.

A(i): Coeficiente del polinomio.

Según la Tabla 2, se observan los datos para los diferentes coeficientes (a(i)) en el cálculo del polinomio (24):

Así mismo, para el cálculo de la PE se tiene la siguiente ecuación:

Ec. 5 Precipitación efectiva

$$PE = C1\ x\ PEII + C2\ x\ PEIII \qquad (5)$$

Dónde:

$$C1 : \frac{Ce + P - PE\ III}{PE\ II - PE\ III}$$

$$C2 : \frac{Ce + P - PE\ II}{PE\ III - PE\ II}$$

Tabla 2

Valores de coeficientes

	Curva 1	Curva 2	Curva 3
a_0	-0.018	-0.021	-0.028
a_1	-0.0185	0.01358	0.2756
a_2	0.001105	-0.002296	-0.004103
a_3	-1204 E-08	+4349E-08	5.53 E-05
a_4	+144 E-09	-89.0E-09	1.24 E+11
a_5	-285 E-12	-879E-13	-1.42 E-09
	0.15	0.3	0.45

Nota. Scholz, 1980 (24).

Tabla 3

Límite superior para la PE

Curva	PE (cm)	P (cm/mes)
1	PE -12.06	>17.78
2	PE -8.64	>15.24
3	PE -5.97	>12.70

Nota. Scholz, 1980 (24).

Y así se puede obtener la relación entre las variables precipitación efectiva y precipitación total:

Ec. 6 Coeficiente de escurrimiento

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P} \quad (6)$$

Donde:

C: Coeficiente de escurrimiento.

Q: Caudal anual.

P: Precipitación total anual (mm).

Abastecimiento de la retención (A)

Con respecto al abastecimiento de la retención "Ai", se refiere a la cantidad de agua que se acumula en la hoyada hidrográfica durante los tiempos de mayor crecida, un periodo en el que el almacenamiento va aumentando de manera progresiva desde el inicio hasta el final. Para realizar el cálculo de dicho parámetro, se definen los parámetros como coeficientes específicos para los diferentes departamentos y/o regiones de la sierra del Perú. Sin embargo, también se pueden utilizar datos confiables de cuencas vecinas que tengan características similares (24).

Tabla 4

Coeficientes de abastecimiento (%)

Región Departamento	MES						TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Oct	Nov	Dic	
Cuzco	40	20	0	0	5	35	100
Huancavelica	30	20	5	10	0	35	100
Junín	30	30	5	10	0	25	100
Cajamarca	20	25	30	20	0.05	0	100

Nota. Scholz, 1980 (24).

La acumulación, representada como una capa de agua (Ai), se puede entender como la diferencia entre la precipitación efectiva mensual y se establece utilizando la siguiente fórmula (24):

Ec. 7 Abastecimiento mensual

$$A_i = a_i x(\frac{R}{100}) \quad (7)$$

Donde:

Ai: Abastecimiento mensual (mm/mes).

ai: Coeficiente de abastecimiento (%).

R: Retención de la cuenca (mm/año).

Caudal mensual para el año promedio

Para generar una secuencia de caudales a lo largo de periodos extendidos se desarrolló un modelo estocástico que integra un proceso de Markov de primer orden (24).

Ec. 8 Caudal del mes

$$Q_t = B_1 + \left(B_2(Q_t - 1)\right) + (B_3 x(PE_t)) + z(S)x\sqrt{1 - r^2} \quad (8)$$

Donde:

Qt: Caudal del mes.

Qt-1: Caudal del mes.

PEt: Precipitación efectiva del mes.

Bi: Factor constante (i: 1, 2, 3).

Para poder realizar el desarrollo de los parámetros B1, B2, B3, S y r, se procede a elaborar un proceso de regresión múltiple que toma a Qt como variable dependiente, mientras que Qt-1 y PEt actúan como variables independientes (24).

2.2.1.3.3. Demanda hídrica.

Evapotranspiración real (ETA)

La evapotranspiración real o actual corresponde a la velocidad de evaporación y transpiración de un cultivo sano, desarrollado en un terreno amplio de al menos 1 hectárea, bajo condiciones ideales de suelo, fertilidad y disponibilidad de agua (25 pág. 208)**.** La la evapotranspiración también es llamada "uso consuntivo" y el desarrollo y/o cálculo se realiza con la siguiente expresión (25):

Ec. 9 Evapotranspiración real del cultivo elegido

$$ETA = K * ETP \quad (9)$$

Donde:

ETA= Evapotranspiración real del cultivo elegido (mm).

ETP= Evapotranspiración potencial (ETP) (mm).

K= Coeficiente sobre el efecto de la relación agua, suelo y planta.

Factor de cultivo (Kc)

También llamado "coeficiente de cultivo", esto refleja el nivel de desarrollo o el área total del cultivo que se desea medir, y los consumos de agua por el cultivo que cubre en el suelo. (25)

Determinación del coeficiente de cultivo (Kc)

El tiempo de siembra, la velocidad del crecimiento, los ciclos vegetativos, la frecuencia de lluvias y el clima son factores que afectan principalmente al coeficiente de cultivo Kc, usualmente en las primeras etapas del crecimiento del cultivo (25).

El dato Kc va a presentar diferentes variaciones en todo su ciclo de cultivo, ya que pasa por distintas fases, las cuales se presentan a continuación (25):

a. Fase Inicial (Fase 1)

Desde la siembra hasta alcanzar un determinado porcentaje de crianza entre 0 y 10 %. Durante este periodo se inicia la germinación y se observan los primeros crecimientos del cultivo, correspondientes a la primera etapa, cuando la falta de cultivo cubre el suelo (25).

b. Fase de desarrollo del cultivo (Fase 2)

El valor de la fase aumenta a medida que el porcentaje de cobertura vegetal entra a una marca entre el 70 – 80 %. Esto se conoce como el sobreamiento efectivo (25).

c. Fase intermedia o fase de maduración (Fase 3)

Cubre el periodo durante el cual el cultivo ha alcanzado su máxima cobertura efectiva y se sostiene hasta el comienzo de la maduración, en cuyo momento se observa la decoloración o caída de las hojas (25).

d. Fase final del período vegetativo (cosecha): fase 4.

Cubre desde el fin de la etapa anterior hasta el momento de alcanzar el crecimiento completo o la recolección de frutos (25).

En el libro *Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos*, se determinaron los valores de coeficiente de cultivo de los principales cultivos del centro del Perú, lo cual fue realizado por el método isimétrico. Los cultivos propios del valle del Mantaro fueron manejados, en un 90 %, en la campaña mayo-diciembre de cada año, con el fin de evitar la influencia de las lluvias, las mismas que son más intensas de enero a febrero (27).

Tabla 5

Kc's determinados en el Valle del Mantaro

Cultivo	Ciclo Vegetativo (días)	Coeficientes de cultivo (Kc)											
Pastos cultivados	365	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.06	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10
Avena forrajera	210	0.40	0.62	1.00	0.90	0.81	0.60	0.40					
Papa (intermedia)	150	0.50	0.55	0.90	1.10	0.80							
Papa (temprana)	120	0.55	0.93	1.15	0.84								
Haba (grano seco)	180	0.50	0.59	0.96	1.15	1.04	0.56						
Haba (Grano verde)	150	0.50	0.59	0.96	1.15	1.13							
Arveja (grano seco)	180	0.50	0.59	0.96	1.15	1.13	0.59						
Maíz Amiláceo	180	0.70	0.77	1.00	1.12	1.10	0.67						
Cebada Forrajera	120	0.41	1.04	1.12	1.00								

Nota. Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos (27).

Precipitación efectiva (Pe)

La lluvia (precipitación) representa una considerable parte de la humedad del suelo, y en situaciones excepcionales, supone la totalidad de la misma; sin embargo, la proporción de lluvia beneficiosa para el crecimiento de las plantas solo constituye una fracción, ya que lo demás se disipa por escorrentía, infiltración o evaporación.

En este ambiente, la proporción de la precipitación utilizada de la vegetación para cubrir sus necesidades de hidratación y crecimiento se denomina precipitación efectiva (PE).

En el mundo existen varios métodos para calcular la precipitación efectiva: “Water Power Resources Service, Boreau of reclamation y el Servicio de Conservación de suelos” (25).

Método Boreau of reclamation

Este enfoque es adecuado para regiones con clima árido y semiárido. Permite calcular la precipitación efectiva acumulada en milímetros, tomando en cuenta incrementos específicos de lluvia, como se muestra en la Tabla 4 y en la Figura 1 (25).

Tabla 6

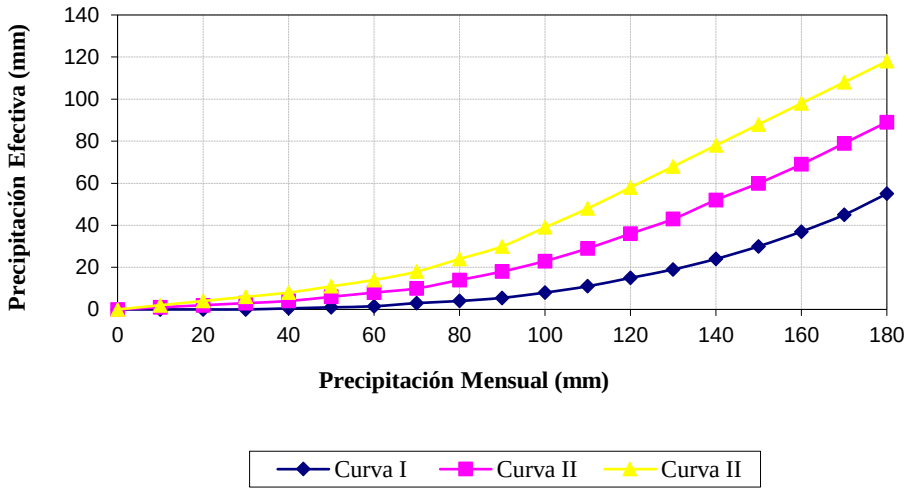
Precipitación Efectiva según el metodo Boreau of Reclamation

P	P. Efectiva: PE (mm)		
mm	Curva I	Curva II	Curva II
0	0	0	0
10	0	1	2
20	0	2	4
30	0	3	6
40	1	4	8
50	1	6	11
60	2	8	14
70	3	10	18
80	4	14	24
90	6	18	30
100	8	23	39
110	11	29	48
120	15	36	58
130	19	43	68
140	24	52	78
150	30	60	88
160	37	69	98
170	45	79	108
180	55	89	118

Nota. Boreau of reclamation (25).

Figura 6

Porción de Precipitación Efectiva Según Boreau of Reclamation



Nota. Boreau of Reclamation (25).

Necesidades de agua de los cultivos

La fase de disminución en la humedad del suelo se determina por la evapotranspiración actual (ETA), mientras que la reposición del agua se debe a la suma del aporte del nivel freático (N), el ascenso capilar (Ca) y la precipitación efectiva (Pe).

El factor N se asume cero en condiciones donde el nivel freático no influye en la humedad del suelo o en situaciones donde un sistema de drenaje eficiente controla la ascensión capilar, evitando daños físicos en las raíces de las plantas (25).

Asimismo, para la programación de proyectos y sistemas de riego, se comprende que CA es igual a cero, ya que su objetivo principal sería determinar la demanda total hídrica del proyecto. En este contexto, la necesidad de agua en los cultivos se expresa de la siguiente manera:

Donde:

Ec. 10 Necesidad de riego.

$$D_a = ETA - Pe \quad (10)$$

Da: Necesidad de riego de los cultivos para el periodo considerado (mm).

ETA: Evapotranspiración real (mm).

Pe: Precipitación efectiva.

Para determinar la demanda de agua en un proyecto es fundamental considerar todas las pérdidas ocasionadas tanto en el sistema de distribución del riego como en la aplicación del agua al cultivo (25).

Ec. 11 Demanda de agua

$$Dp = \frac{D_a}{E_r} \quad (11)$$

Donde:

Dp: Demanda o necesidad de agua del cultivo.

Da: Necesidad de riego del cultivo.

Er: Eficiencia del riego del proyecto.

Eficiencia del sistema de riego

Es la relación de la cantidad de agua utilizada por las platas y la cantidad de agua administrada desde una captación. La cantidad de agua es captada, almacenada y conducida hasta una parcela para cualquier tipo de cultivo. El caudal captado es evaluado, y en la captación qué cantidad de esta es utilizada para el tipo de cultivo. Por ello es primordial estimar la eficiencia de riego a fin de determinar la demanda de agua que se necesita para algún proyecto de riego, lo que es muy importante para cualquier tipo de proyecto hídrico (28).

La eficiencia está compuesta por la eficiencia de conducción (Ec), constituido por el canal principal, eficiencia de distribución (Ed), las líneas laterales y, finalmente, la eficiencia

de aplicación (Ea) en la parcela. El producto de los tres determina la eficiencia de riego de un sistema (28).

Eficiencia de conducción (Ec)

Evalúa la pérdida de agua desde la captación hasta el punto final del canal principal (28).

Ec. 12 Eficiencia de conducción

$$E_c = \frac{\text{Caudal que llega al final del canal principal} + \sum\text{caudales de distribución}}{Caudal\ de\ agua\ que\ entra\ al\ canl\ principal}\ x\ 100 \qquad (12)$$

Eficiencia de distribución (Ed)

Se obtiene de las líneas de distribución para repartir el agua hacia las parcelas. La eficiencia de distribución mide la pérdida entre la toma lateral de la línea principal hasta la entrega de las parcelas (28).

Ec. 13 Eficiencia de distribución

$$E_c = \frac{\text{Caudal que llega al final del canal de distribución} + \sum\text{caudales de los laterales}}{Caudal\ de\ agua\ que\ entra\ al\ canal\ lateral}\ x\ 100 \quad (13)$$

Eficiencia de aplicación (Ea)

Es la cantidad de agua eficiente aplicada en el cultivo que queda en el suelo después de regar, en relación al total de agua que se aplicó. También es afectada por el área de la parcela (28).

Ec. 14 Eficiencia de aplicación

$$E_a\% = \frac{\text{A1 x Er1+ A2 x Er2+}\cdots\text{+An x Ern}}{A1+A2+\cdots+An} \qquad (14)$$

An: Área de Parcela.

Ern: Eficiencia de riego en parcela

Tabla 7

Eficiencia de agua útil para las plantas que quedan en el suelo según el método de riego

Método de riego	Rango de eficiencia de aplicación en porcentaje
Superficial	
Riego tradicional o tendido	10- 30
Riego en curvas de nivel	30 - 60
Riego por bordes	40 - 80
Riego por surcos	40 - 85
Presurizado	
Riego por aspersión	50 - 90
Riego por Microjet	60 - 95
Riego por goteo	65 - 95

Nota. Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego (28).

2.2.1.4. Componentes de infraestructura de riego.

2.2.1.4.1. Bocatoma. Según Ramos (29), las estructuras de captación, conocidas como bocatomas, son infraestructuras hidráulicas construidas en ríos o canales, con el propósito de extraer parcial o totalmente el caudal de la corriente principal. Estas se distinguen principalmente por el caudal de captación, el cual se define como el flujo máximo que la obra puede admitir.

Bocatoma tipo tirolesa

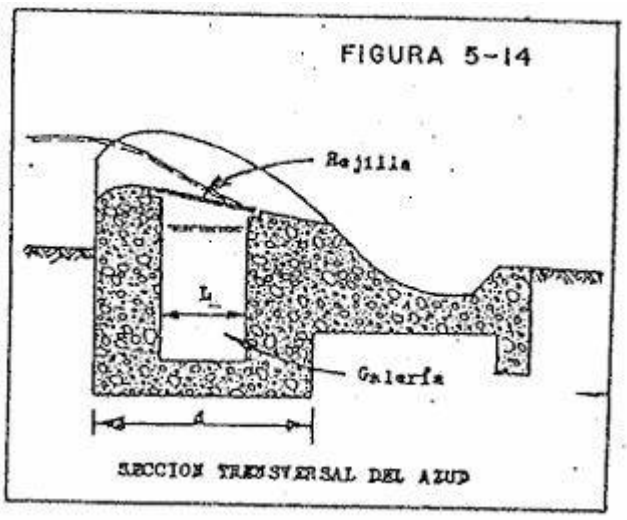
El sistema funciona con una rejilla horizontal o ligeramente inclinada, ubicada sobre una galería dentro del azud (presa pequeña). Esta galería conecta con el canal de derivación.

La “presa” se divide en tres secciones:

- Un tramo lateral: un azud sólido en el lado opuesto al canal, diseñado con un perfil hidrodinámico (generalmente tipo Creager) para permitir el vertido del agua durante las crecidas.
- Un tramo central: incluye una rejilla y el conducto interno que transporta el agua hacia el canal. Este conducto está cubierto con una estructura de concreto que sigue el perfil del azud. En algunos casos, esta parte se elimina si la rejilla está directamente en la orilla.
- Zampeado: un revestimiento protector al pie de la presa, con dimensiones que varían según la diferencia de altura de la presa y el caudal máximo esperado (30).

Figura 7

Sección transversal de toma



Nota. Diseño hidráulico (30).

Diseño de la rejilla

La bocatoma de modelo tirolesa debe contar con las dimensiones adecuadas para recibir el agua demandada por el sistema o proyecto. Los cálculos se realizan utilizando la fórmula de vertedores, cuyos coeficientes son distintos y varían de acuerdo a la función de la forma de la rejilla: separaciones en las rejillas, las pérdidas de carga, el caudal del diseño, entre otras (31).

Ec. 15 Caudal captado

$$Q = \frac{2}{3} * c * \mu * B * L * \sqrt{2gh} \qquad (15)$$

Donde:

Q = Caudal a ser captado (m3/s).

c: Coeficiente de la rejilla.

μ: Coeficiente de descarga de la rejilla.

B: Ancho de la toma tirolesa (m).

L: Longitud de toma de la rejilla (m).

h: Profundidad del agua en el borde superior de la rejilla.

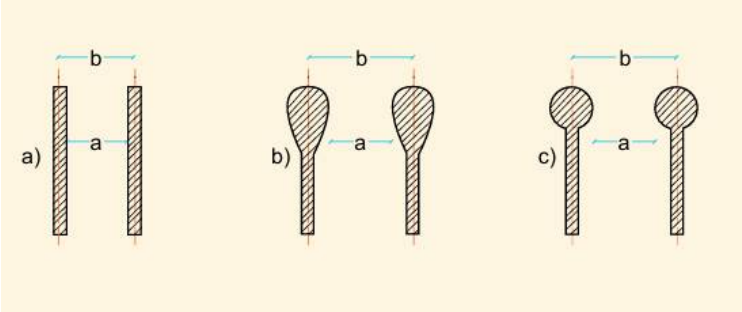
g: Aceleración de la gravedad.

Coeficiente de la rejilla "c"

El dato con respecto a la medición que describe el valor de la marcha depende de la distancia entre las aberturas de las barras instaladas y la distancia entre los ejes. La Figura 3 ilustra con detalle esta información (31).

Figura 8

Relación de dimensiones entre cada rejilla



Nota. Criterios de diseño y construcción de obras de captación para riego tomas tirolesa (31).

El valor del coeficiente se calcula con la siguiente fórmula:

Ec. 16 Coeficiente de rejilla

$$c = 0.6x\frac{a}{b}x(\cos\beta)^{\frac{3}{2}} \qquad (16)$$

Donde:

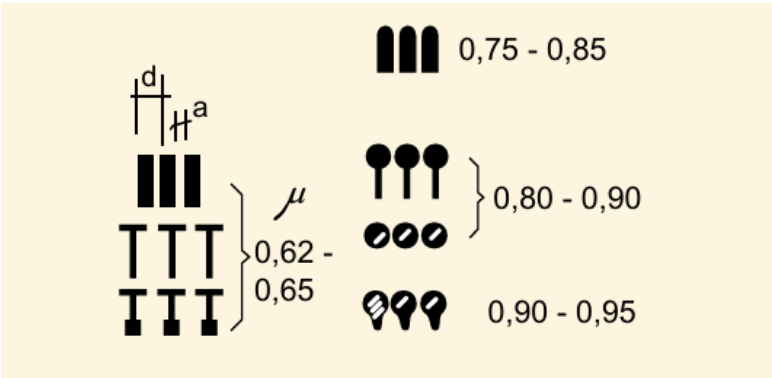
β: es el ángulo de inclinación de la rejilla (°).

Coeficiente de carga "μ"

Este coeficiente está determinado por la configuración de las barras de la rejilla, que pueden variar entre 0.62 y 0.95, dependiendo de su forma. En el gráfico siguiente se muestran los coeficientes (31):

Figura 9

Coeficiente de contracción para rejilla



Nota. Criterios de diseño y construcción de obras de captación para riego tomas tirolesa (31).

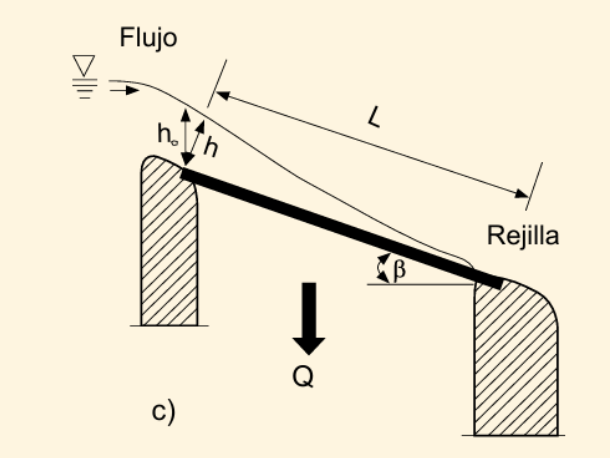
Profundidad de agua "h"

La medida de profundidad del agua "h" a ingresar se calcula como la distancia ortogonal a la rejilla, sin embargo, también afecta y está influenciada por la profundidad critica "hcr" que se presenta en el momento que ingresa el agua por la rejilla. El flujo de ingreso del

agua debe ser sub crítico, uniformemente, bien distribuido y libre de turbulencias. En el siguiente gráfico se muestran los elementos del flujo y profundidad (31).

Figura 10

Parámetros "h" del ingreso del agua en rejilla



Nota. Criterios de diseño y construcción de obras de captación para riego tomas tirolesa (31).

El factor de "h" se obtiene de la siguiente expresión:

Ec. 17 Factor h

$$h = K_c x h_{cr} \quad (17)$$

El cálculo del valor de Kc, conocido como factor de corrección y/o reducción, se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

Ec. 18 Factor Kc

$$2 * \cos\beta * {K_c}^3 - 3 * {K_c}^2 + 1 = 0 \quad (18)$$

Y el cálculo del factor del tirante crítico "Hcr" se realiza mediante la ecuación:

Ec. 19 Factor Hcr

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g*B^2}} \quad (19)$$

Ancho de la rejilla "L"

PROAGRO sugiere aumentar en un 20 % la longitud calculada de la rejilla para mitigar posibles obstrucciones (31).

A continuación, se muestra la expresión para el cálculo:

Ec. 20 Ancho de la rejilla

$$L_{adoptado} = 1.20 * L_{calculada} \quad (20)$$

Diseño del canal colector

La tarea principal del canal que colecta es recibir y transportar el agua recolectada de la rejilla, de tal manera que los sólidos que ingresen al canal sean de menor tamaño y no creen una obstrucción.

La forma del canal colector puede ser trapezoidal o rectangular (31).

Lauterjung brinda algunos datos para poder realizar el cálculo de la longitud, profundidad y bordes libres del canal colector que se presenta a continuación (32):

Ancho del canal:

Ec. 21 Ancho de canal

$$Bcanal = L * \cos\beta \quad (21)$$

Donde:

L= Ancho de la reja calculada (m).

β = Respecto a las rejillas, es el ángulo de inclinación.

Profundidad o tirante:

La profundidad del agua debe ser aproximadamente igual al ancho del canal. Entonces:

Ec. 22 Tirante

$$d \approx Bcanal \quad (22)$$

El canal debe de tener un borde libre de 0.25*d y también debe tener en el extremo superior opuesto de la rejilla. En caso no cumpla, la pendiente o la profundidad deben ser aumentadas.

La pendiente del caudal del colector debe ser mínimo 3 %, a fin de dar fuerza al agua para mover los materiales sólidos hacia la salida (32).

Diseño del azud

Las porciones de agua del río que no son tomadas por la estructura de captación fluyen sobre el vertedero que ha sido construido en el lecho del río. Es recomendable, para lograr una mejor regulación, que el vertedero tenga un perfil hidrodinámico, que es una característica verificada en todas las estructuras examinadas. Por ejemplo, tales perfiles pueden ser construidos utilizando las coordenadas del perfil de un vertedero Creager o con un enfoque inclinado (31).

Estabilidad del azud

Al igual que sucede con un muro de gravedad edificado en los laterales de un río, es imprescindible comprobar si el azud es estable y de la presa de derivación ante el volcamiento, deslizamiento y asentamiento.

En el estudio de las tomas tirolesas, usualmente se toman en cuenta los dos primeros elementos, mientras que solo se mide el asentamiento cuando el terreno de cimentación muestra una resistencia reducida. En las áreas de investigación en Bolivia, los lechos aluviales suelen poseer una capacidad de soporte que supera los 1 kg/cm2.

Dentro de las fuerzas a tener en cuenta en el diseño se encuentran la masa de la infraestructura, la masa del agua, el impulso hidrostático, la presión aplicada por el material aluvial, tanto en aguas superiores como inferiores, y, sobre todo, la subpresión (31).

Componentes complementarios

Cámara de inspección

Para simplificar el cuidado y la higiene del canal de recogida, se requiere la instalación de una cámara de supervisión en el punto de salida. Dicha cámara debe sobresalir al menos 0,50 m más allá de los límites del canal en cada extremo. También es necesario que la estructura tenga una amplitud no menor a 1,0 m y una hondura suficiente para prevenir que el agua en la zona afecte la corriente del conducto. Estas dimensiones aseguran que un individuo pueda trabajar con herramientas de forma segura al limpiar (31).

Muros de encauce

Los muros de encauce desempeñan el papel de dirigir el curso del agua hacia la rejilla de la tirolesa y el azud, garantizando que se salvaguarde de la cámara de control y de las otras construcciones situadas en las aguas bajas. Su diseño posibilita reducir el efecto del flujo y prevenir posibles perjuicios en la infraestructura (31).

Además, si la obra no está cimentada en roca, es esencial erigir muros que se encuentren transversales al cauce en la sección de aguas bajas. No solo funcionan como caídas estos muros, sino que también ayudan a disipar la energía cinética del agua, disminuyendo la erosión y asegurando la estabilidad de la estructura a largo plazo (31).

2.2.1.4.2. Desarenador. Son estructuras hidráulicas diseñadas para separar (decantar) y posteriormente eliminar (evacuar) los materiales sólidos transportados por el agua de un canal (33).

Consideraciones para el diseño:

Diámetro de las partículas a sedimentar:

Se diseñan para una partícula con un diámetro en concreto, esto significa que las partículas más grandes deben quedarse en las estructuras propuestas o diseñadas anteriormente. La máxima partícula permitida en las plantas hidroeléctricas puede tener hasta 0.25 mm de

diámetro; sin embargo, en los proyectos de riego las partículas pueden tener hasta 0.5 mm de diámetro (33).

Velocidad del flujo v en el tanque

Villon (33) en su libro indica que se considera que la velocidad en un desarenador es baja cuando se encuentra en un rango de 0.20 m/s a 0.60 m/s. Su selección puede hacerse de manera arbitraria o mediante la aplicación de la fórmula de Camp.

Ec. 23 Velocidad de flujo

$$v = ax\sqrt{d} \qquad (23)$$

Donde:

d: Diámetro (mm).

a: Constante en función del diámetro.

Tabla 8

Coeficientes para el cálculo de velocidad de flujo

a	d(mm)
51	< 0.1
44	0.1 - 1
36	> 1

Nota. Diseño de Estructuras Hidráulicas 2005 (33).

Cálculo de la velocidad de caída

La tabla preparada por Arkhangelski calcula la velocidad de caída "w" (cm/s) que está directamente proporcional al diámetro de las partículas (cm), el cual se muestra a continuación (33):

Tabla 9

Velocidad de sedimentación "w"

d(cm)	w(cm/s)
0.005	0.1780
0.010	0.6920
0.015	1.5600
0.020	2.1600
0.025	2.7000
0.030	3.2400
0.035	3.7800
0.040	4.3200
0.045	4.8600
0.050	5.4000
0.055	5.9400
0.060	6.4800
0.070	7.3200
0.080	8.0700
0.100	9.4400
0.200	15.2900
0.300	19.2500
0.400	24.2500

Nota. Diseño de Estructuras Hidráulicas 2005 (33).

Cálculo de las dimensiones del tanque

La primera forma del cálculo es despreciar el efecto de la circulación turbulenta sobre la velocidad de sedimentación, lo que permite generar la siguiente relación (33):

Ec. 24 Caudal de diseño

$$Q = b * h * v \quad (24)$$

Tiempo de caída:

Ec. 25 Velocidad de sedimentación

$$w = \frac{h}{t} \quad (25)$$

Donde:

W -> Velocidad de sedimentación (m/s).

h-> Altura de desarenador (m).

t-> Tiempo (s).

Tiempo de sedimentación:

Ec. 26 Velocidad de circulación en el tanque

$$v = \frac{L}{t} \quad (26)$$

Donde:

v-> Velocidad de la circulación en el tanque (cm/s).

L-> Largo del tanque (cm).

t-> Tiempo (s).

Igualando las dos ecuaciones:

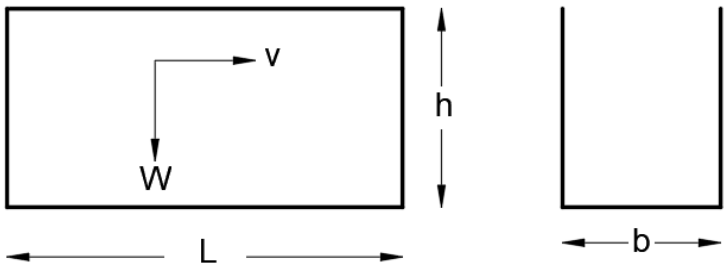
Ec. 27 Dimensiones del tanque

$$\frac{h}{w} = \frac{L}{v} \quad (27)$$

Con esta igualdad se determinaría las dimensiones del tanque. A continuación, se deja el gráfico de referencia:

Figura 11

Longitudes de dimensión para desarenador



Nota. Diseño de Estructuras Hidráulicas 2005 (33).

2.2.1.4.3. Canal colector. En su manual, Pérez (2016) define el canal colector como canales abiertos por los cuales el agua fluye impulsada por la gravedad y sin presión, ya que su superficie libre permanece en contacto con la atmósfera (34).

Cálculo de las dimensiones de la sección:

Para estimar las dimensiones del canal -en este caso no erosionables- se utiliza la fórmula de Manning (35):

Ec. 28 Fórmula de Manning

$$AR^{\frac{2}{3}} = \frac{n*Q}{1.49\sqrt{S}} \quad (28)$$

Cálculo del perímetro mojado (36):

Ec. 29 Perímetro mojado

$$P = b + 2y\sqrt{1+z^2} \quad (29)$$

Cálculo del área mojada (36):

Ec. 30 Área mojada

$$A = by + zy^2 \qquad (30)$$

Cálculo de la base (b) (36):

Ec. 31 Base (b)

$$b = \frac{A - zy^2}{y} \qquad (31)$$

Para el diseño de las diferentes formas del canal se tiene ya establecido un cuadro para utilizar las fórmulas correspondientes (36):

Figura 12

Características geométricas de secciones de máxima eficiencia hidráulica

Sección	Area A	Perímetro mojado P	Radio medio hidráulico R	Ancho Superficie B
Trapezoidal	$\sqrt{3}\,y^2$	$2\sqrt{3}\,y$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}\sqrt{3}\,y$
Rectángulo	$2\,y^2$	$4\,y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$
Triángulo	y^2	$2\sqrt{2}\,y$	$\frac{1}{4}\sqrt{2}\,y$	$2y$
Semicírculo	$\frac{\pi}{2}y^2$	$\pi\,y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$
Parábola	$\frac{4}{3}\sqrt{2}\,y^2$	$\frac{8}{3}\sqrt{2}\,y$	$\frac{1}{2}y$	$2\sqrt{2}\,y$

Nota. Diseño y construcción de canales 1992 (36).

2.2.1.4.4. Almacenamiento. Fernández et al. (2015) indican que el almacenamiento se encuentra en la sección del sistema de derivación/distribución, donde recibe un caudal proveniente de la fuente de abastecimiento y, al mismo tiempo, debe cubrir las demandas variables de consumo humano y pecuario a lo largo del día (37).

Según Fernández et al. (2015), los reservorios de almacenamiento de agua se clasifican de acuerdo al terreno, como tanques subterráneos, tanques semienterrados, tanques elevados y tanques superficiales (37).

Reservorio de geomembrana

Un reservorio de geomembrana es una estructura excavada o construida sobre la superficie del terreno, revestida con una membrana sintética que actúa como barrera impermeable. Las geomembranas pueden estar compuestas de materiales como elastómeros termoplásticos, polietileno de alta densidad (HDPE), policloruro de vinilo (PVC) y polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) (38).

En los últimos años han surgido nuevos productos a base de asfaltos y plásticos con una permeabilidad extremadamente baja. Estos materiales se emplean como recubrimientos o barreras para evitar el paso del agua. Uno de los materiales más empleados para esta función es el polietileno de alta densidad (HDPE), debido a su excelente resistencia química y mecánica. Esto hace que sea una opción ideal para impermeabilización, con una durabilidad superior a la de otros polímeros, incluso en condiciones ambientales adversas o en contacto con sustancias químicas agresivas. Su principal ventaja es su baja permeabilidad, con valores del orden de 10^{-11} cm/s. Las geomembranas son láminas de muy baja permeabilidad diseñadas para controlar la migración de fluidos en aplicaciones de ingeniería geotécnica. Se fabrican a partir de polímeros como el HDPE o el PVC, y pueden unirse mediante fusión térmica o química sin comprometer sus propiedades (38).

Las principales características de las geomembranas de HDPE son:

- Alta durabilidad.
- Resistencia a sustancias químicas y líquidos peligrosos.
- Protección contra la radiación ultravioleta.
- Costo accesible en comparación con otras soluciones de impermeabilización.

Diseño y cálculo

Las dimensiones dependen del volumen de almacenamiento necesario. Se emplea la siguiente fórmula:

Ec. 32 Volumen de almacenamiento

$$V = L\ x\ A\ \ x\ H \qquad (32)$$

Donde:

V= Volumen de almacenamiento (m^3).

L= Longitud del reservorio (m).

A= Ancho del reservorio (m).

H= Profundidad del reservorio (m).

En este caso el talud es inclinado y se considera un volumen trapezoidal:

Ec. 33 Volumen de almacenamiento trapezoidal

$$V = L\ x\ A\ x\ H + \frac{2}{3}(B + H^2) \qquad (33)$$

Cálculo de descarga

Caudal máximo de descarga

Ec. 34 Caudal de descarga

$$Q_d = C_d\ x\ A\ x\ \sqrt{2gh} \qquad (34)$$

Dónde:

C_d= Coeficiente.

$A =$ Área de orificio de tubería de descarga.

g= Gravedad.

Tiempo de descarga

Ec. 35 Tiempo de descarga

$$t_d = \frac{1}{Cd\ x\ A\ x\ \sqrt{2g}} \int_0^h \frac{Ar}{\sqrt{h}} dh \quad (35)$$

Dónde:

C_d= Coeficiente.

$A =$ Área de orificio de tubería de descarga.

g= Gravedad.

Ar= Área de reservorio que varía con la altura del agua.

Espesor de geomembrana

Ec. 36 Espesor de geomembrana

$$t = \frac{1000P\ X}{Cos\beta\sigma_y}(tan\delta_u + tan\delta_L) + Ee \quad (36)$$

Dónde:

t= Espesor teórico.

β: Ángulo que se da con la horizontal y la pendiente del talud muro interior del reservorio.

$H =$ Altitud total del reservorio.

$\sigma y =$ Esfuerzo a fluencia de la geomembrana.

$\delta_u =$ Ángulo de fricción entre el material superior y la membrana.

$\delta_L =$ Ángulo de fricción entre el material inferior y la membrana.

$X =$ Distancia en que se moviliza la deformación.

$Ee =$ Espesor adicional por erosión durante la instalación.

2.2.1.4.5. Línea de conducción y distribución. Aguirre (2022) indica que el sistema de conducción por tuberías es el más utilizado en proyectos de riego en general, ya que su operación no requiere energía adicional para transportar el agua y su funcionamiento es simple. Sin embargo, durante el diseño, es fundamental considerar diversos factores como la pendiente, el tipo y diámetro de la tubería, la carga hidráulica disponible, entre otros aspectos relevantes. Como criterio principal de diseño, se busca aprovechar al máximo el desnivel entre el punto de captación y el destino de la conducción, optimizando así la energía disponible (39).

Aguirre (2022) menciona los tipos de tuberías a usar y los materiales más comunes para la construcción de líneas de conducción, que incluyen acero, “fierro galvanizado, fierro fundido, cemento, PVC, polietileno de alta densidad (HDPE) y cobre”. La elección del material dependerá de factores como la presión de trabajo, la durabilidad, la resistencia a la corrosión y las condiciones del terreno” (39).

Cálculo y diseño:

Respecto de los principios de mecánica de fluidos, Aguirre (2022) indica que, en general, la ecuación de continuidad expresa la conservación de la masa en un conducto. Si un conducto está sellado, la cantidad de líquido que entra es igual a la que sale en un conducto sin bifurcaciones. La fórmula "flujo" se determina por la cantidad de "material" que se mueve en un intervalo de tiempo, y para una magnitud específica de tiempo la cantidad es "Q". El material se desplaza a través de una superficie durante un lapso temporal determinado. El material puede moverse a través de una región “A” en un intervalo de tiempo “t”, o la cantidad de material transferida por unidad de tiempo se puede expresar de dos formas: volumétrica o de masa. Entonces, se puede relacionar el área A = Alv y Alm = me = mAv al pasar a través de una (39).

La ecuación de continuidad de caudal volumétrico es:

Ec. 37 caudal volumétrico

$$Q = V.A. \tag{37}$$

Donde:

Q: Caudal volumétrico (m3/s).

V: Velocidad media m/s.

A: Área de la sección (m2).

Para calcular el espesor de la tubería se utiliza la expresión de pérdidas de carga, es decir, por la expresión de Manning que se realiza de la siguiente manera (39):

Ec. 38 Velocidad de flujo

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \tag{38}$$

Donde:

V: Velocidad del flujo (m/s).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning (PVC ≈ 0.009 - 0.011).

R: Radio hidráulico (R = A/P).

S: Pendiente de la tubería (m/m).

2.2.1.4.6. Sistemas de Riego.

Riego por Gravedad

Huaylla (2019) indica que el sistema de riego es uno de los más tradicionales en la agricultura. Se aplica en terrenos con pendientes leves onduladas y consiste en dirigir el agua desde una fuente de abastecimiento (captación) hacia los campos (líneas de distribución), permitiendo que fluya por gravedad sobre la superficie del suelo. El riego por gravedad se puede implementar de dos maneras principalmente: riego por surcos y riego por melgas.

Riego por surcos: el agua circula por pequeños canales humedeciendo solo una parte del terreno. Este método es ideal para cultivos en hileras, como hortalizas, papas o maíz. El agua se distribuye desde una acequia principal, y los surcos deben tener una pendiente suave y uniforme para garantizar un riego eficiente.

Riego por melgas: divide el terreno en fajas o franjas delimitadas por camellones o bordes. Las dimensiones de estas fajas (ancho y largo) y su pendiente dependen del tipo de suelo y del caudal de agua disponible. Este método es adecuado para cultivos de alta densidad, como cereales o forrajeras sembradas al voleo (40).

Riego por Goteo

Huaylla (2019) indica que el riego por goteo es un sistema que aplica el agua de manera precisa y directa, gota a gota, directamente en la base de cada planta. El agua se transporta a través de tuberías o mangueras plásticas que se extienden a lo largo de los surcos en la parcela. Estas mangueras cuentan con pequeños orificios llamados emisores o goteros, que son los responsables de liberar el agua. Cada planta tiene asignada un emisor, el cual mantiene la humedad en la zona radicular, donde las raíces se desarrollan. Las mangueras utilizadas en este sistema ya vienen diseñadas con una separación específica entre los goteros, y la cantidad de agua que suministran oscila entre 2 y 4 litros por hora por emisor (40).

Riego por aspersión

Huaylla (2019) indica que el riego por aspersión es un sistema de irrigación que distribuye el agua de manera uniforme sobre el área de riego en forma de pequeñas gotas, imitando el efecto de una lluvia controlada. Su objetivo principal es infiltrar el agua directamente en el suelo donde cae, optimizando su uso y evitando pérdidas por escorrentía. Para su funcionamiento, se necesita una red de distribución bien diseñada que asegure que el agua llegue con la presión adecuada a los aspersores, los dispositivos encargados de dispersar el agua. Este método permite una aplicación eficiente y precisa del recurso hídrico, adaptándose a una amplia variedad de cultivos y tipos de terreno (40).

2.2.2. Déficit hídrico

De acuerdo a Allen et al., (1998), el déficit hídrico es la diferencia entre la cantidad de agua que requiere un cultivo y la que realmente está disponible para su consumo. Si esta

cantidad no es suficiente, los cultivos no podrán cumplir su ciclo completo de manera adecuada, lo que puede reducir la producción agrícola (41).

El contenido de agua de las plantas disminuye debido a la falta de agua, que se produce cuando la transpiración supera la absorción de las raíces. La extensión de la apertura de las estomas de la planta es responsable de controlar la transpiración. El déficit hídrico puede manifestarse como la ausencia de agua, lo que puede provocar un marchitamiento temporal o permanente, que puede ser tanto progresivo como continuo. El aspecto flácido de la hoja y la pérdida de turgencia durante el marchitamiento temporal son causados por una mayor absorción de agua por parte de la planta, mayor que la transpiración, cuando hay agua disponible en el suelo en un ambiente saturado o al amanecer. Por el contrario, el marchitamiento permanente ocurre cuando la hoja permanece escamosa incluso en una atmósfera saturada o al amanecer, y durante sequías prolongadas, pero cuando se bombea agua al suelo, la planta vuelve a crecer rápidamente y se vuelve turgente (42).

Causas del déficit hídrico

Según la Dirección Nacional de Prospectiva y Estudios Estratégicos (2023), las causas del déficit hídrico son:

Crecimiento demográfico: la cantidad de personas en el mundo sigue aumentando y se proyecta que en el año 2030 habrá más de 8548 millones de personas, mientras que en 2050 se espera que la cifra llegue a 9735 millones. Este aumento en la población eleva la necesidad de agua a nivel global, lo que podría intensificar la escasez de agua. Se prevé que para 2025 la utilización de agua en áreas urbanas se duplicará (43).

Crecimiento económico: el aumento económico agrava la destrucción del medio ambiente y consume los recursos naturales. Con el incremento del crecimiento económico también se eleva la presión sobre el agua, salvo en áreas que, por sus características climáticas, ambientales y geográficas, no sufren de estrés hídrico, como San Martín, Madre de Dios, Huánuco, Puno y Ucayali (43).

Deforestación: la rápida pérdida de bosques, sobre todo en los ecosistemas de la Amazonía, disminuye el flujo de agua. En América del Sur, la región de la Amazonía libera vapor de agua a la atmósfera, lo cual es fundamental para el clima de Sudamérica y para garantizar el abastecimiento de agua a glaciares y páramos andinos, que son fuente de agua para las grandes urbes. Asimismo, es importante resaltar que la vegetación desempeña un papel crucial en la conservación del agua: los bosques suelen captar la humedad para que más tarde se evapore; cuando estos se eliminan, el agua desciende por las montañas o se filtra en el suelo. Esto mismo ocurre cuando se deterioran los ecosistemas que controlan las cuencas altas (43).

Cambio climático: el calentamiento global ha causado una mayor inestabilidad en el ciclo del agua, ocasionando escasez de agua en varias áreas y épocas. Asimismo, provoca

fenómenos meteorológicos severos, como las sequías que impactan la disponibilidad de agua para sus múltiples aplicaciones (43).

Efectos del déficit hídrico

Según Covarrubias (2007), uno de los resultados del déficit de agua implica alteraciones en los procesos fisiológicos y metabólicos, que abarcan la reducción en la producción de proteínas y la tasa de crecimiento, el incremento de cera en las hojas, ajustes en la transpiración, respiración y fotosíntesis, y distribución de nutrientes. Estas alteraciones ocurren como un mecanismo de adaptación, y las especies que viven en hábitats con baja disponibilidad de agua reducen su velocidad de crecimiento, transpiración y eficacia fotosintética, enfocándose en la generación de semillas por encima de otras funciones, conservando recursos para momentos más propicios y garantizando la perpetuación de la especie (44).

En un contexto difícil para Perú en 2050, la inseguridad alimentaria persistirá por la caída en la producción de alimentos, debido a la falta de estrategias innovadoras en la tecnología agrícola para mejorar la eficacia. Además, la falta de inversión en la industria agrava la situación, sin abordar adecuadamente los efectos negativos del cambio climático. La corrupción sigue siendo un obstáculo tanto a nivel social como económico, dificultando el uso eficaz de los recursos destinados a combatir la malnutrición en las diferentes instancias del gobierno (43).

Cálculo del déficit hídrico

La escasez de agua se refiere a la discrepancia entre la necesidad de agua de una planta y la cantidad de agua que realmente hay en el suelo. Frecuentemente, se mide mediante la evapotranspiración.

Ec. 39 Déficit hídrico

$$DH = ETc - P - Riego \quad (39)$$

Donde:

DH = Déficit hídrico (en mm o litros por metro cuadrado).

ETc = Evapotranspiración del cultivo (en mm), que es la cantidad de agua que el cultivo necesita para desarrollarse adecuadamente.

P = Precipitación efectiva (en mm), es decir, la cantidad de agua que realmente se infiltra en el suelo y está disponible para el cultivo.

Riego = Agua aplicada mediante riego (en mm).

2.2.2.1. Disponibilidad hídrica. Hace referencia a la cantidad de agua que puede ser empleada de forma eficiente para cumplir con las diversas demandas humanas y ecosistémicas en ese lugar. Esto abarca la oferta natural del recurso y las capacidades para adquirirla, almacenarla, conducirla y distribuirla. Por lo tanto, no es sinónimo de la cantidad física de agua existente en un territorio, sino del volumen realizable. Por ejemplo, es fundamental tener en

cuenta: la variabilidad de la precipitación sobre una escala climática y estacional; las pérdidas por infiltración, evaporación y escorrentía; y la eficiencia de los cauces forestales (1).

2.2.2.2. Demanda hídrica. Siguiendo la programación de los sistemas de riego, es necesario definir "cuánto y cuándo" se debe aplicar el agua. El "cómo" involucra la infraestructura de riego, como la captación y distribución. El "cuánto" está relacionado con la "demanda hídrica", que representa la proporción de agua que es necesaria para cumplir con los requerimientos del cultivo, considerando la eficiencia del proyecto. Sin embargo "cuándo" indica la repetición de riego establecida según las condiciones del suelo y el gasto del cultivo. La demanda total se ajusta considerando los gastos en la línea de distribución y aplicación (25).

El cálculo de la demanda, así como las bases tétricas, se muestran en la sección 2.2.1.3.3.

2.2.3. Definición de términos básicos

Evaporación

Es el cambio físico a partir del cual el agua pasa de su forma líquida a vapor. Esto constituye una fase del ciclo del agua y depende de diversos elementos, tales como el aire, el calor, la humedad del ambiente, la luz solar y las propiedades del terreno, como su tipo y tonalidad. En el ámbito agrícola, la evaporación se enfoca en la reducción de agua desde la parte superior del suelo (25).

Transpiración

La evaporación es un mecanismo físico por el cual el agua en estado gaseoso se mueve desde el mesófilo de la planta hacia el aire. Este movimiento se realiza principalmente a través de las estomas y, en menor grado, por medio de otras células de la epidermis y la cutícula de la planta. Aunque este proceso conlleva una disminución de agua de los tejidos vegetales, también cumple un rol de enfriamiento. Las estomas no solo facilitan la pérdida de agua, sino que también controlan la entrada de dióxido de carbono (CO2) y la salida de oxígeno (O2) (25).

Evapotranspiración

La evapotranspiración se refiere al mecanismo por el que el agua se mueve hacia el aire mediante la evaporación del terreno y la transpiración de la flora. Este mecanismo está afectado tanto por condiciones climáticas que impactan la evaporación, como por las propiedades morfológicas y fisiológicas de las plantas, el suelo y su grado de humedad. A lo largo del desarrollo de los cultivos, existen periodos en los que las plantas demandan mayor cantidad de agua, y en otras ocasiones, una falta de agua puede resultar favorable para mejorar la producción y la calidad de la cosecha (25).

Evapotranspiración máxima

Es la cantidad más alta de agua utilizada en un instante específico del ciclo de crecimiento de una planta, en condiciones ideales de humedad del suelo, salud y otros aspectos (25).

Normativa Peruana

Ley de Recursos Hídricos (Ley N.º 29338):

La ley que está dentro del marco normativo establece parámetros para la gestión y el uso sostenible de los recursos hídricos del país. Los objetivos principales de la ley son asegurar el acceso del agua, promover que se conserven las fuentes hídricas y regular la programación de los recursos hídricos en el país (45).

Autoridad Nacional del Agua (ANA):

Organismo encargado de supervisar y controlar el uso de los recursos hídricos a nivel nacional (20).

Capítulo III: Metodología

3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1. Método de investigación

Hernández et al. (2018) hablan sobre el método científico y mencionan que consiste en formular un problema, establecer una hipótesis, realizar una prueba de hipótesis y analizar el resultado para aceptar o rechazar la hipótesis (46).

En esta investigación se planteó el problema principal y los específicos, se estableció la hipótesis para luego instrumentarla rigurosamente y, finalmente, analizar los resultados. Por tal motivo, el método de investigación es científico.

Hernández et al. (2022) se refieren al método cuantitativo y aclaran que "usa la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente establecidas, confiando en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de la estadística para establecer patrones de comportamiento" (47).

En esta investigación se utilizaron múltiples análisis de datos que determinarán diseños de infraestructuras y datos numéricos correspondientes. Por tal motivo, el sub método de investigación es cuantitativo.

3.1.2. Tipo de diseño de investigación

Baena (2014) indica que "la investigación aplicada, por su parte, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantea la sociedad y los hombres" (48).

En la presente investigación se utilizarán los métodos de la variable infraestructura de riego y se aplicarán en la variable déficit hídrico, ya que se obtendrán datos de topografía, características mecánicas del suelo, balance hídrico y componentes de riego para reducir el déficit hídrico.

Según lo revisado en la teoría, esta investigación sería del tipo aplicada.

3.1.3. Nivel de investigación

Supo (2018) lo define como "la capacidad de un modelo para anticipar eventos futuros basándose en patrones históricos" (49).

Para esta investigación se utilizarán datos históricos hidrométricos de precipitaciones para poder calcular la demanda y oferta del riego agrícola.

De acuerdo a la teoría revisada, se encuentra en el nivel de investigación predictiva.

3.1.4. Diseño de investigación

Hernández et al. (2022) indican que "los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede" (47).

En esta investigación se recolecta la información en un solo momento en determinado periodo de tiempo, como aforados, levantamiento de terrenos y estudios de suelos para definir las infraestructuras de riego.

Debido a esto, el diseño de la investigación es de tipo no experimental – transversal.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población está representada por infraestructuras hídricas en el distrito de Pucará.

3.2.2. Muestra

La muestra está representada por 60 hectáreas de terreno agrícola afectadas por el déficit hídrico en el distrito de Pucará.

3.3. Descripción del ámbito de estudio

La presente investigación fue realizada en la Unidad Hidrográfica Mantaro, la cual abarca parte de los territorios de los departamentos de Junín (provincias como Huancayo, Jauja, Concepción, Tarama y Yauli), Huancavelica (provincias de Tayacaja y Acobamba) y Ayacucho (provincias de Huanta y La Mar).

La investigación se localiza en el área de Pucará, en la provincia de Huancayo. Sin embargo, la zona de interés, ya que es la estación más cercana al lugar de la investigación, está en el distrito de Viques, también en la provincia de Huancayo, en el departamento de Junín. En este lugar se sitúa la estación hidrométrica Viques, cuya ubicación se muestra a continuación.:

Tabla 10

Ubicación de los tramos de estudio

Ítem	Tramo	Departamento	Provincia	Distrito
1	Marcavalle	Junín	Huancayo	Pucará
2	Rio Chanchas	Junín	Huancayo	Viques

Nota. Elaboración propia

3.3.1. Características del ámbito de estudio

El área de Pucará se localiza en 484,000 E 8'654,00 N, a una elevación de 3362 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera de los Andes, en la ladera del Atlántico. La cuenca que se analiza se encuentra en la sierra central del Perú, en la orilla izquierda del río Mantaro, y forma parte del sistema del río Chanchas, que es un afluente del río Mantaro. La microcuenca Pucará abarca un área de 40. 26 km2 y se integra políticamente en el departamento de Junín.

Según la clasificación de Thorntwhite, la zona tiene un clima frío con humedad, y la lluvia es rara en otoño e invierno. En este lugar, hay tres tipos de clima debido a sus

características geográficas. Una de estas variantes está asociada a las áreas cercanas a las lagunas en lo alto de la cuenca, donde el agua actúa como amortiguador de temperatura, influyendo positivamente en el clima nocturno y evitando las heladas. El otro tipo está relacionado con extensas praderas en las partes intermedias y altas de la cuenca de Pucará; en noches despejadas, estas áreas emiten calor al espacio, causando una inversión térmica que conlleva la formación de heladas. El tercero tipo consta de picos y regiones de gran altura, con terrenos no uniformes y suelos desgastados que muestran escasa o nula vegetación. Las alturas más altas se sitúan en cumbres a 4,300 m sobre el mar, con inclinaciones medias que varían entre el 3 y el 5 %. En relación a las cuencas pequeñas mencionadas, como el río Pucará y sus ramales Patalá, Malaypata y Matapoccha, no se dispone de datos sobre clima y agua, por lo que se emplean estaciones próximas, siendo Viques la más importante en esta situación.

3.4. Materiales y Métodos

3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

"Las técnicas de recolección consisten en estrategias y herramientas utilizadas para obtener y estructurar información con un propósito específico. Se clasifican en tres tipos: mixtos, cualitativos y cuantitativos" (50).

El método para la recopilación de información en este estudio consistirá en utilizar herramientas y/o equipos para recoger datos de forma observacional en el campo. Las herramientas y/o equipos incluyen:

- **Análisis documental:** con esta técnica se extrae información de fuentes primarias y secundarias, como libros, revistas, boletines y folletos que están relacionados con las variables en análisis. Para el presente estudio se podría emplear una ficha para el registro de datos como herramienta.
- **Observación de campo:** con este enfoque se recogen datos a través de entrevistas a la población o mediante el uso de herramientas y equipos.
- **Etapa pre campo:**

Durante ese período se lleva a cabo un análisis primario del lugar de investigación para definir estándares y organizar las salidas de campo. Además, se recopila toda la data disponible acerca de los niveles de lluvia anteriores y el comportamiento del río Chanchas.

Asimismo, se estableció una base de datos acuática, con la identificación principal de los años en una forma electrónica, lo que posibilitó incorporar los datos antiguos de flujo de agua. En este periodo se ejecutó la delimitación del área de drenaje de la quebrada Matapoccha, empleando la técnica del relieve y logrando recolectar los siguientes detalles (50):

Tabla 11

Ubicación de estaciones pluviométricas

Estación	Latitud	Longitud	Altitud	Depart.	Prov.	Periodo	Fuente
VIQUES	12°09'21.72"	75°13' 41.81"	3187	Junín	Huancayo	2004/2023	SENAMHI

Nota. Elaboración propia

Tabla 12

Parámetros geomorfológicos

Parámetros geomorfológicos quebrada Matapoccha	Identificación y fórmula	Interpretación
Área (km2)	6.00	A
Perímetro (Km)	11.27	P
Cota máxima (msnm)	4025.00	Cmax
Cota mínima (msnm)	3504.76	Cmin
Elevación media (msnm)	3913	Elm
Longitud de río principal (km)	3.258	L
Pendiente del cauce principal (m/m)	0.160	P
Ancho de la cuenca (m)	1.842	W=A/L

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13

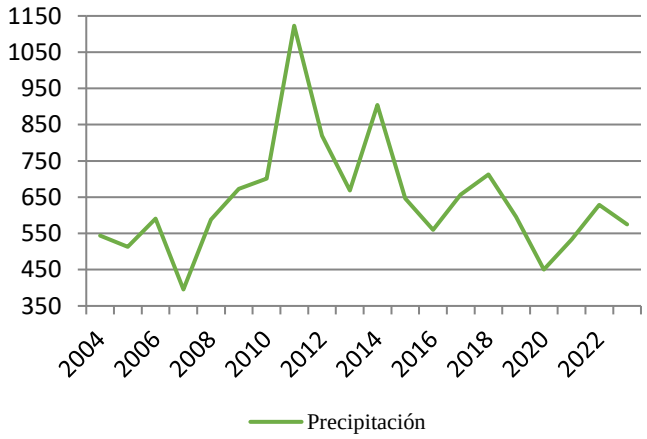
Precipitación total mensual (mm) estación Viques

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2004	22	135.3	67.1	40.5	25.8	23.5	11.1	14.2	29.6	33	52.3	89.7	**544.1**
2005	54.1	74.2	61.8	21.2	11.9	0	0	17.5	32.4	108	51.1	80.6	**512.8**
2006	131.7	81	87.8	34.8	0	4.4	0	27.7	21.6	51.8	39.9	110.3	**591**
2007	84.1	42.1	108.1	25.1	0	0	9.2	0	23.4	31.2	37.2	35	**395.4**
2008	123.8	109.2	69.1	0	2.1	9.6	0	0	38	78.4	52.8	104.8	**587.8**
2009	87.8	57.5	114.7	39.9	22.1	0	5.8	21.4	9.9	59	83.1	171.8	**673**
2010	149	89.5	103.5	38	0	22.1	0	6.8	15.4	28.8	59.2	188.6	**700.9**
2011	202.6	298.8	180.7	96.7	17.3	0	8.4	11	69.4	53.4	56	128.6	**1122.9**
2012	115.5	153.4	92.1	122.1	20.2	19.7	5.6	6.2	55.7	42.9	42.2	144.3	**819.9**
2013	110.4	152.4	77.8	9.0	18.3	15.2	5.8	23.5	40.2	50.5	22.4	143.1	**668.6**
2014	173.4	134.5	160.8	55.6	31.3	16.3	2.0	3.1	63.3	74.6	73.1	116.5	**904.5**
2015	105.4	116.7	75.1	30.9	16.3	26.1	7.2	13.5	46.1	56.7	60.4	92.2	**646.6**
2016	114.7	150.3	25.7	35.8	22.8	0.0	0.0	0.0	26.9	59.3	50.1	74.2	**559.8**
2017	183.0	137.6	82.9	43.5	9.6	0.0	0.0	3.0	52.5	37.6	41.7	65.4	**656.8**
2018	157.6	86.0	179.0	30.6	9.5	3.6	4.1	13.1	18.0	96.0	47.2	67.8	**712.5**
2019	143.0	91.7	72.2	21.9	27.2	0.1	0.0	0.0	4.9	31.3	62.2	141.9	**596.4**
2020	68.0	94.5	84.6	5.9	40.0	3.1	0.3	0.0	43.0	20.7	12.8	77.4	**450.3**
2021	123.3	16.5	112.8	46.3	21.3	5.4	5.4	19.5	28.8	52.7	66.3	35.4	**533.7**
2022	83.2	122.6	101.6	38.0	13.0	3.4	3.2	6.9	68.8	9.2	40.2	138.7	**628.8**
2023	52.3	107.0	79.7	26.6	45.8	0.3	1.7	4.8	40.8	50.4	77.6	87.9	**574.9**

Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Figura 13

Precipitación total media mensual



Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Tabla 14

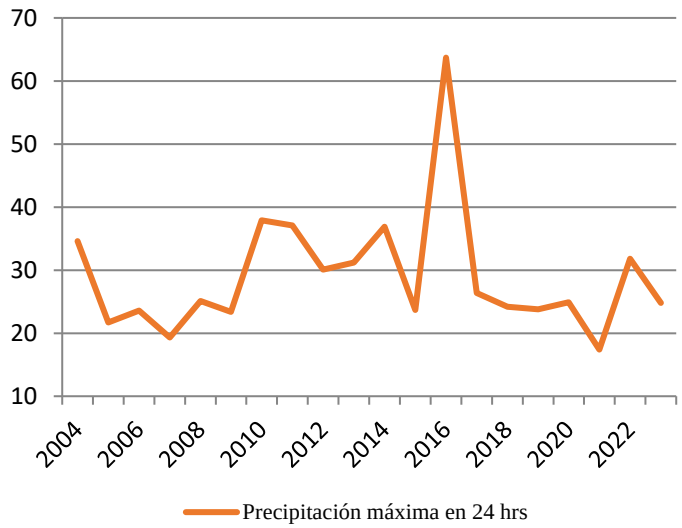
Precipitación máxima en 24 horas (mm) estación Viques

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2004	10.2	34.6	20.7	9.8	13.7	10.8	6.8	8.8	13.1	5.9	10.1	17.4	**34.6**
2005	9.3	21.1	13.1	21.2	11.9	0.0	0.0	17.5	14.6	21.7	9.6	18.3	**21.7**
2006	17.9	22.0	23.6	8.5	0.0	4.4	0.0	15.1	8.3	22.1	11.3	18.5	**23.6**
2007	17.9	9.7	13.6	7.6	0.0	0.0	5.8	0.0	18.8	8.7	19.3	15.5	**19.3**
2008	14.0	25.1	13.6	0.0	2.1	4.6	0.0	0.0	14.6	9.3	15.1	20.2	**25.1**
2009	11.7	14.2	23.4	11.6	8.5	0.0	5.8	19.1	8.6	18.2	17.2	21.4	**23.4**
2010	25.4	11.6	24.8	20.5	0.0	13.5	0.0	4.2	7.8	8.8	16.5	37.9	**37.9**
2011	32.6	37.1	23.0	36.4	8.9	0.0	6.0	7.5	12.1	12.7	14.2	32.6	**37.1**
2012	24.3	30.1	19.4	18.9	9.1	9.8	3.7	3.5	16.4	7.1	9.7	25.7	**30.1**
2013	18.7	31.2	13.1	4.2	8.6	8.6	5.8	15.5	17.0	11.2	11.2	29.2	**31.2**
2014	20.9	36.9	28.5	11.3	8.7	8.2	1.7	3.1	15.7	11.4	21.4	19.0	**36.9**
2015	14.3	19.3	23.7	11.3	4.9	9.3	6.1	9.9	19.7	16.4	14.6	9.5	**23.7**
2016	63.7	23.0	9.2	6.9	16.3	0.0	0.0	0.0	8.5	13.6	11.6	9.8	**63.7**
2017	26.3	26.4	13.5	11.8	3.7	0.0	0.0	2.7	10.2	13.0	7.8	10.7	**26.4**
2018	18.6	14.5	21.4	8.2	7.8	3.0	2.7	3.9	9.4	24.2	15.7	14.6	**24.2**
2019	18.1	18.2	9.8	7.5	10.2	0.1	0.0	0.0	3.5	9.8	16.0	23.8	**23.8**
2020	9.2	17.1	24.9	4.1	9.1	3.1	0.3	0.0	12.2	9.3	6.2	15.9	**24.9**
2021	15.2	7.1	17.4	9.2	10.5	4.5	5.4	10.9	8.0	13.1	9.2	8.4	**17.4**
2022	12.4	17.6	18.5	10.7	6.8	3.4	3.2	2.3	16.5	2.6	18.4	31.8	**31.8**
2023	24.8	16.7	13.6	16.1	19.8	0.3	1.7	3.5	16.0	13.6	20.0	14.4	**24.8**

Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Figura 14

Precipitación Máxima en 24 horas (mm)



Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Tabla 15

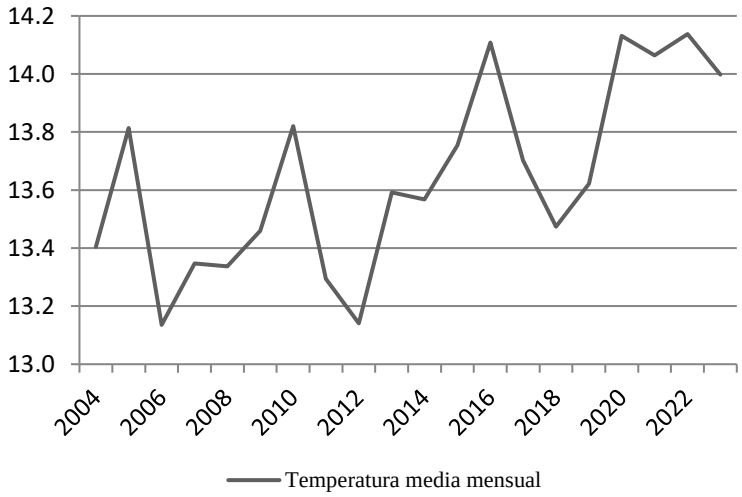
Temperatura media mensual (ºC) estación Viques

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2004	14.9	13.7	13.5	13.4	12.8	11.8	12.2	12.1	13.3	14.1	14.8	14.1	**13.4**
2005	14.3	14.1	14.2	14.3	13.5	11.6	12.9	12.6	14.3	14.3	15.6	14.0	**13.8**
2006	13.3	12.7	13.0	13.6	12.0	12.3	10.8	12.6	13.8	14.4	14.2	14.9	**13.1**
2007	14.9	13.9	13.4	13.2	12.9	12.2	12.4	13.1	13.0	13.2	13.7	14.2	**13.3**
2008	13.3	12.6	12.7	13.6	12.7	12.2	12.7	13.0	13.3	13.9	15.3	14.7	**13.3**
2009	13.5	12.7	13.0	13.4	13.1	12.5	12.0	13.2	14.7	14.6	15.0	13.8	**13.5**
2010	13.8	13.8	14.2	14.1	13.9	12.5	12.7	13.1	14.4	14.8	14.8	13.9	**13.8**
2011	13.0	12.3	13.2	13.0	12.6	12.5	11.7	12.9	14.3	14.7	15.9	13.6	**13.3**
2012	13.7	13.0	13.0	12.8	12.6	11.7	11.2	12.5	13.5	14.6	15.1	14.0	**13.1**
2013	14.0	13.8	14.1	14.1	13.1	12.2	11.4	12.5	13.7	14.6	15.4	14.2	**13.6**
2014	14.0	13.7	13.3	13.5	13.2	12.4	12.2	12.3	14.0	14.2	15.3	14.6	**13.6**
2015	13.9	13.9	13.7	13.4	13.4	12.2	11.9	13.0	14.7	15.1	15.1	14.7	**13.8**
2016	15.2	14.7	14.9	14.8	13.8	12.5	12.2	13.7	14.1	14.8	14.4	14.2	**14.1**
2017	13.6	13.0	13.9	14.2	14.1	13.2	12.6	12.9	14.1	14.3	14.3	14.2	**13.7**
2018	13.4	13.9	14.1	13.5	12.9	12.3	12.0	13.1	13.3	14.1	14.8	14.3	**13.5**
2019	14.3	13.4	14.2	14.1	13.0	11.7	11.7	12.2	14.3	15.0	15.2	14.4	**13.6**
2020	14.5	14.5	14.2	14.3	13.4	12.7	12.4	13.7	14.6	14.7	15.8	14.8	**14.1**
2021	14.0	14.7	14.0	14.2	13.3	13.0	12.2	13.6	14.1	15.2	15.0	15.6	**14.1**
2022	14.8	13.9	14.5	14.3	14.4	12.2	12.1	13.2	14.4	15.6	16.0	14.4	**14.1**
2023	14.3	13.7	13.8	14.2	13.6	11.9	12.3	13.6	14.7	15.5	15.5	15.0	**14.0**

Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Figura 15

Temperatura media mensual



Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Tabla 16

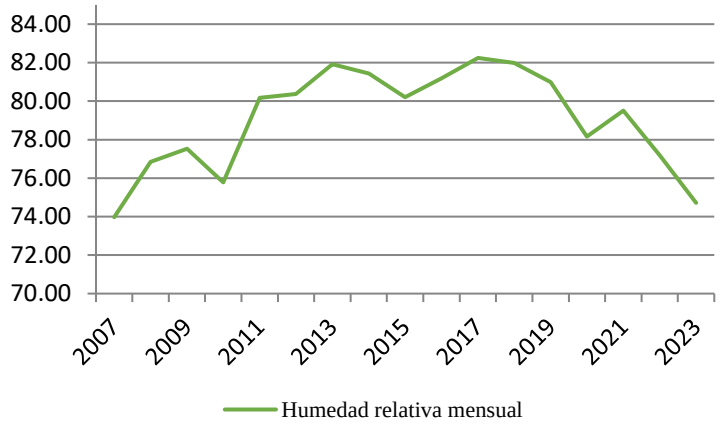
Humedad relativa mensual (%) estación Viques

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2007	74.02	71.11	78.13	76.06	71.98	72.64	73.23	71.03	74.76	75.33	74.39	74.95	**73.97**
2008	80.27	81.90	80.75	72.92	75.86	76.20	74.02	75.75	76.32	77.35	75.10	75.69	**76.84**
2009	79.86	79.33	82.53	79.16	77.11	76.18	77.52	75.82	72.16	74.71	75.67	80.22	**77.52**
2010	80.27	77.54	79.27	76.22	73.25	75.13	77.32	72.96	72.48	72.46	74.00	78.40	**75.77**
2011	84.12	80.54	83.15	80.81	79.05	77.01	80.28	77.16	79.04	79.51	78.70	82.73	**80.18**
2012	82.58	85.23	83.95	83.72	79.46	78.98	78.63	77.27	76.77	76.70	78.10	83.11	**80.37**
2013	82.95	85.19	82.35	78.92	80.76	84.04	84.25	80.73	78.22	81.97	81.15	82.43	**81.91**
2014	83.87	85.42	84.22	81.97	81.10	81.11	82.08	79.94	79.73	79.85	76.87	81.11	**81.44**
2015	82.95	81.53	82.13	82.85	79.93	78.65	79.67	78.85	78.06	78.86	78.13	80.77	**80.20**
2016	80.32	83.88	80.87	81.58	81.28	81.72	80.98	79.83	80.41	80.67	80.27	82.48	**81.19**
2017	85.24	84.79	84.18	82.02	81.57	81.83	81.69	80.26	81.77	80.52	80.29	82.79	**82.25**
2018	85.36	82.80	83.71	81.82	80.61	81.83	83.25	82.00	80.91	81.49	79.67	80.41	**81.99**
2019	82.41	84.89	83.20	81.66	80.59	81.61	82.59	79.38	79.19	78.39	77.79	80.19	**80.99**
2020	80.23	81.35	80.63	78.17	77.94	76.92	78.07	75.83	76.49	77.64	75.43	79.12	**78.15**
2021	81.68	79.00	81.58	79.76	76.07	79.61	79.98	78.08	79.69	79.34	80.39	78.93	**79.51**
2022	81.06	83.36	83.14	79.29	79.09	S/D	77.32	74.75	71.88	72.64	69.19	77.19	**77.17**
2023	76.78	77.76	76.57	73.66	73.82	76.62	75.10	72.94	72.19	71.83	72.90	76.34	**74.71**

Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Figura 16

Humedad relativa media mensual



Nota. Información proporcionada por SENAMHI.

Tabla 17

Coeficiente mensual de evapotranspiración (MF) en mm

Latitud	MESES											
ºS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	2.788	2.177	2.354	2.197	2.137	1.900	2.091	2.216	2.256	2.358	2.234	2.265
2	2.371	2.136	2.357	2.182	2.108	1.956	2.050	2.194	2.251	2.372	2.263	2.301
3	2.393	2.154	2.360	2.167	2.079	1.922	2.026	2.172	2.246	2.386	2.290	2.337
4	2.385	2.172	2.362	2.151	2.050	1.888	1.993	2.150	2.240	2.398	2.318	2.372
5	2.416	2.189	2.363	2.134	2.020	1.854	1.960	2.126	2.234	2.411	2.345	2.407
6	2.447	2.205	2.363	2.117	1.980	1.820	1.976	2.103	2.226	2.422	2.371	2.442
7	2.478	2.221	2.363	2.099	1.959	1.785	1.893	2.078	2.218	2.433	2.397	2.476
8	2.508	2.237	2.362	2.081	1.927	1.750	1.858	2.054	2.210	2.443	2.423	2.510
9	2.538	2.251	2.360	2.062	1.896	1.715	1.824	2.028	2.201	2.453	2.448	2.544
10	2.567	2.266	2.357	2.043	1.864	1.679	1.789	2.003	2.191	2.462	2.473	2.577
11	2.596	2.279	2.354	2.023	1.832	1.644	1.754	1.976	2.180	2.470	2.497	2.610
12	2.625	2.292	2.350	2.002	1.799	1.608	1.719	1.950	2.169	2.477	2.520	2.643
13	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.572	1.684	1.922	2.157	2.484	2.543	2.675
14	2.680	2.317	2.340	1.959	1.733	1.536	1.648	1.895	2.144	2.490	2.566	2.706
15	2.707	2.238	2.334	1.937	1.700	1.500	1.612	1.867	2.131	1.496	2.588	2.738
16	2.734	2.339	2.327	1.914	1.666	1.464	1.576	1.838	2.117	2.500	2.610	2.678
17	2.760	2.349	2.319	1.891	1.632	1.427	1.540	1.809	2.103	2.504	2.631	2.799
18	2.785	2.359	2.314	1.867	1.598	1.391	1.504	1.780	2.088	2.508	2.651	2.830
19	2.811	2.368	2.302	1.843	1.564	1.354	1.467	1.750	2.072	2.510	2.671	2.859
12.215	2.631	2.295	2.349	1.997	1.792	1.600	1.711	1.944	2.166	2.479	2.525	2.650

Nota. FAO Boletín de Riego y Drenaje Nº 24 (1).

Tabla 18

Horas de sol, máxima media diaria (N)

Latitud	M E S E S											
ºS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
5	12.3	12.3	12.1	12.0	11.9	11.8	11.8	11.9	12.0	12.2	12.3	12.4
10	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7
15	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0
20	13.2	12.8	12.3	11.7	11.2	10.9	11.0	11.5	12.0	12.6	13.1	13.3
25	13.5	13.0	12.3	11.6	10.9	10.6	10.7	11.3	12.0	12.7	13.3	13.7
30	13.9	13.2	12.4	11.5	10.6	10.2	10.4	11.1	12.0	12.9	13.6	14.0
35	14.3	13.5	12.4	11.3	10.3	9.8	10.1	11.0	11.9	13.1	14.0	14.5
40	14.7	13.7	12.5	11.2	10.2	9.3	9.6	10.7	11.9	13.3	14.4	15.0
42	14.9	13.9	12.9	11.1	9.8	9.1	9.4	10.6	11.9	13.4	14.6	15.2
44	15.2	14.0	12.6	11.0	9.7	8.9	9.3	10.5	11.9	13.4	14.7	15.4
46	15.4	12.6	12.6	10.9	9.5	8.7	9.1	10.4	11.9	13.5	14.9	15.7
48	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.3	8.8	10.2	11.8	13.6	15.2	16.0
12.215	13.3	12.8	12.3	11.8	11.2	10.8	10.9	11.4	12.0	12.7	13.0	13.4

Nota. FAO Boletín de Riego y Drenaje Nº 24 (1).

Tabla 19

Radiación extraterrestre (Ra)

Latitud	**M E S E S**											
ºS	**E**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8
2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
8	16.1	16.1	15.6	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.4	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
12	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.2	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.8	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
20	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.4	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
22	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
24	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.5	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
26	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
28	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.6	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
30	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
32	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
34	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
36	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.8	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
38	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.3	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
40	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.9	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
42	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
44	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.9	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
46	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
48	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
50	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
12.215316	16.62	16.32	15.38	13.94	12.41	11.51	11.91	13.14	14.66	15.80	16.42	16.52

Nota. FAO Boletín de Riego y Drenaje Nº 24 (1)

3.4.2. Técnicas de análisis de datos

Para analizar los resultados se utilizarán programas de Ingeniería Civil como Autocad Civil 3D para establecer las rutas de transporte y distribución con su georreferenciación adecuada. Asimismo, se emplea el *software* de cálculo como Excel para la elaboración de infraestructuras como tanques de almacenamiento, junto con guías para el diseño de estructuras y para obtener información más precisa. También se utilizan programas como Hidroesta y Hcanales para calcular los balances hídricos. Se cumplirán las normativas peruanas en el diseño de infraestructuras destinadas al riego agrícola.

Capítulo IV: Resultados y Discusión

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Topografía

La información recopilada fue analizada con los programas de ArcGis, Excel, AutoCad y Civil3d.

En las figuras siguientes se presenta la ubicación de la investigación. En esta área se llevó a cabo el levantamiento topográfico, la base fundamental para todo diseño de infraestructura hidráulica. Desde esta fase se empieza a proponer los distintos sistemas e infraestructuras hidráulicas. Los mapas permitieron visualizar la relación geográfica del sitio con su entorno, facilitando la interpretación de las condiciones en las que se encuentra el lugar investigado.

El presente estudio se situó en el distrito de Pucará, el cual colinda por el norte con el distrito de Sapallanga, por el sur con el distrito de Cullhuas, por el este con la Región de Huancavelica y por el oeste con el distrito de Huacrapuquio.

Figura 17

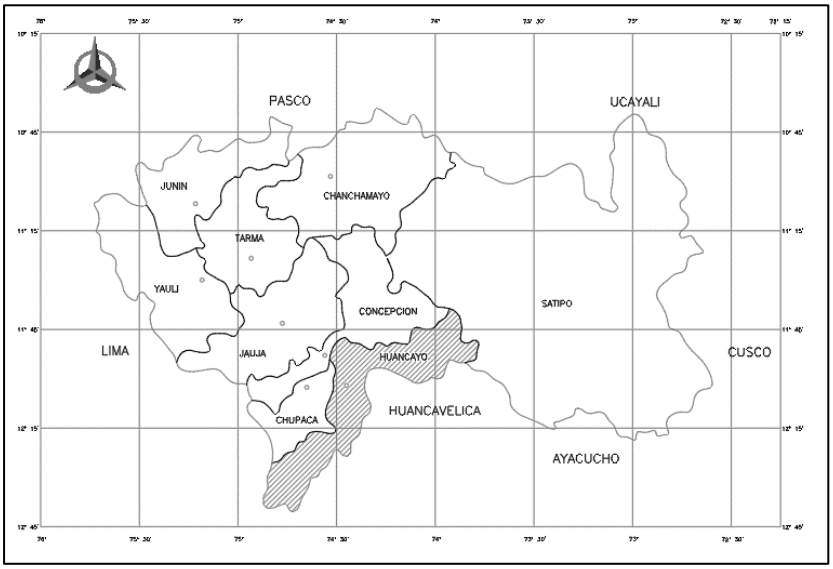
Mapa de ubicación de la región de la investigación



Nota. Elaboración propia.

Figura 18

Mapa de ubicación de la provincia de la investigación



Nota. Elaboración propia.

Figura 19

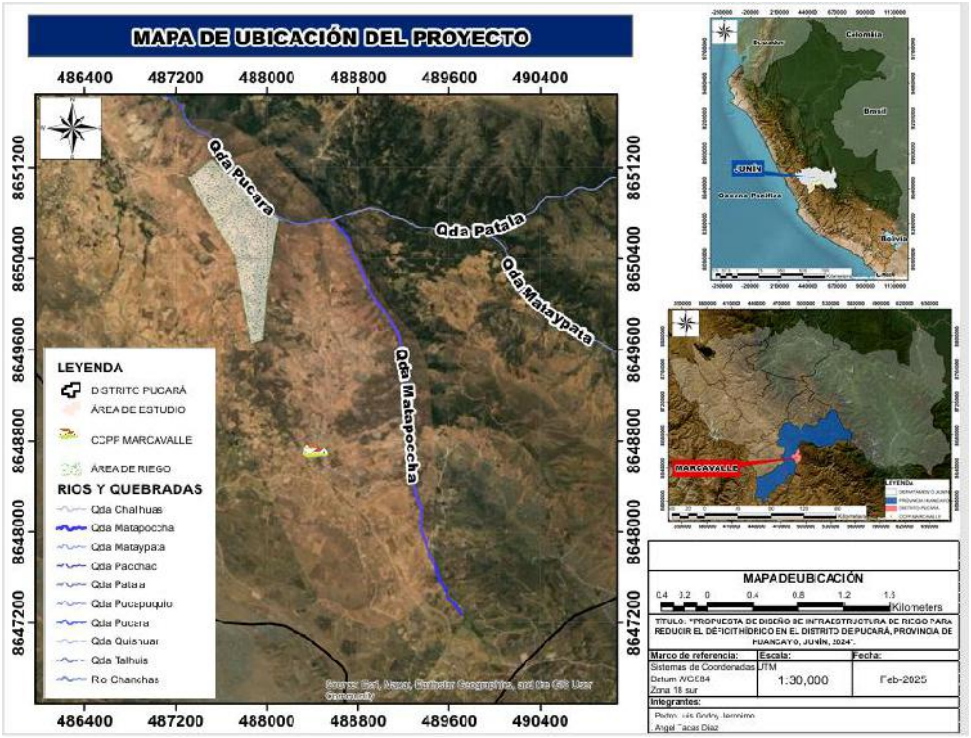
Mapa de ubicación del distrito de la investigación



Nota. Elaboración propia.

Figura 20

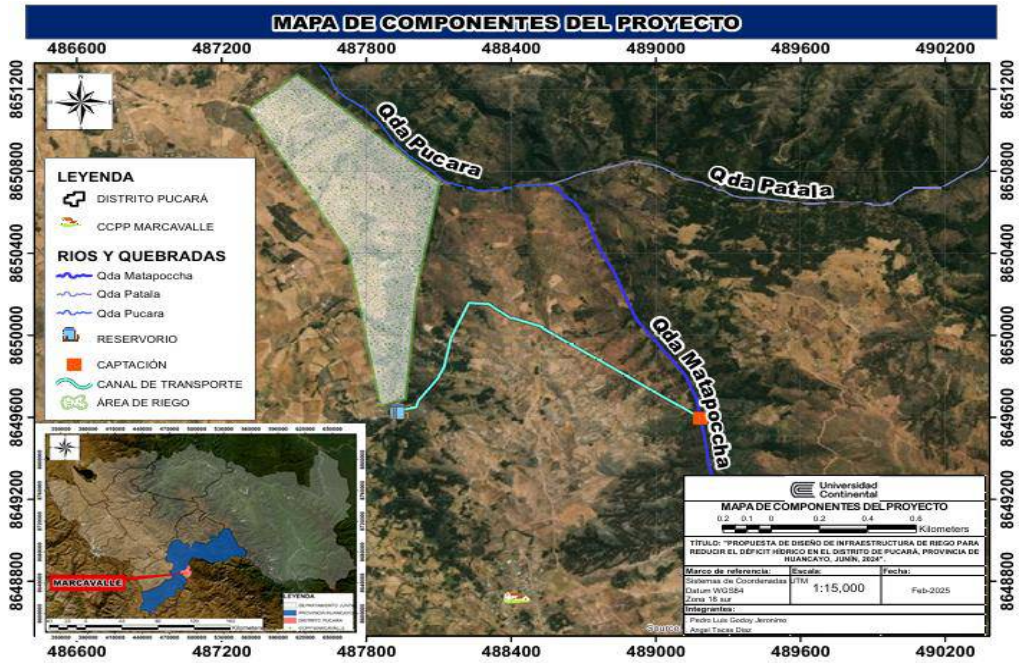
Mapa de ubicación del proyecto



Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Componentes de estudio



Nota. Elaboración propia.

Para el desarrollo del levantamiento topográfico correspondiente se establecieron puntos de control o Bench Marks (BM) debidamente referenciados en campo. Estos puntos se obtuvieron mediante el uso de un receptor GPS de navegación Garmin GPSMAP 66s, con precisión submétrica, el cual permitió definir ubicaciones preliminares para el replanteo.

Posteriormente, se utilizó una estación total marca Leica TS03, con precisión angular de 5” y precisión de distancia de ± (2 mm + 2 ppm), para realizar el levantamiento topográfico detallado. Este instrumento permitió obtener coordenadas más precisas de los BM y puntos característicos del terreno.

Cabe señalar que no se emplearon equipos GNSS de doble frecuencia ni receptores RTK por limitaciones presupuestales; sin embargo, los equipos utilizados fueron adecuados para los fines del presente estudio, dado que el margen de error se mantuvo dentro de los límites aceptables para proyectos de infraestructura hidráulica a nivel de perfil y expediente técnico.

Las tablas que se presentan a continuación detallan la información de cada benchmark, incluyendo las coordenadas UTM y geográficas con su descripción, lo cual permitirá su uso en futuras mediciones y monitoreos del proyecto.

Tabla 20

Ubicación del BM-01

Nombre de la estación:		**Ubicación:**	
BM-01		Región: Junin	
Presición:	Fecha:	Provincia: Huancayo	
5"	Noviembre 2024	Distrito: Pucará	
		Localidad: Marcavalle	
	Coordenadas:		**Elevación:**
Latitud:	Longitud:	DATUM:	
-12.2153139384	-75.0995617	WGS-84	
	Coordenadas UTM:		3544.481 m.s.n.m
Norte:	Este:	Zona U.T.M.	
8649635.196	489170.47	18L	

Croquis:



Descripción del punto topográfico:
Estación "BM-01" Ubicado en la base del suelo con mortero y pintado con spray y escrito con pintura

Nota. Elaboración propia.

Tabla 21

Ubicación del BM-02

Nombre de la estación:		Ubicación:
BM-02		Región: Junin
Presición: 5"	Fecha: Noviembre 2024	Provincia: Huancayo Distrito: Pucará Localidad: Marcavalle
Coordenadas:		**Elevación:**
Latitud: -12.213829660	Longitud: -75.10051405	DATUM: WGS-84
Coordenadas UTM:		3534.63 m.s.n.m
Norte: 8649799.289	Este: 489066.826	Zona U.T.M. 18L

Croquis:



Descripción del punto topográfico:
Estación "BM-02" Ubicado en la base del suelo con mortero y pintado con spray y escrito con pintura

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22

Ubicación del BM-03

Nombre de la estación:		Ubicación:
BM-03		Región: Junin
Presición: 5"	Fecha: Noviembre 2024	Provincia: Huancayo Distrito: Pucará Localidad: Marcavalle
Coordenadas:		**Elevación:**
Latitud: -12.21036464	Longitud: -75.10367311	DATUM: WGS-84
Coordenadas UTM:		3730.25 m.s.n.m
Norte: 8650182.32	Este: 488723.06	Zona U.T.M. 18L

Croquis:



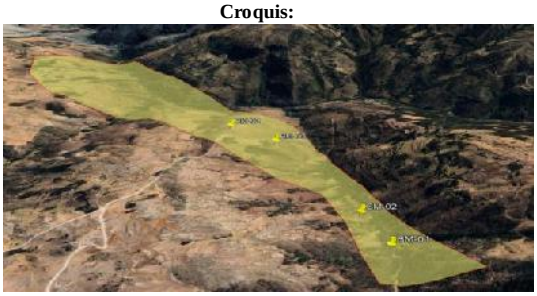
Descripción del punto topográfico:
Estación "BM-03" Ubicado en la base del suelo con mortero y pintado con spray y escrito con pintura

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23

Ubicación del BM-04

Nombre de la estación:		Ubicación:
BM-04		Región: Junin
Presición: 5"	Fecha: Noviembre 2024	Provincia: Huancayo Distrito: Pucará Localidad: Marcavalle
Coordenadas:		**Elevación:**
Latitud: -12.20991518	Longitud: -75.10515205	DATUM: WGS-84
Coordenadas UTM:		3694.25 m.s.n.m
Norte: 8650231.96	Este: 488562.17	Zona U.T.M. 18L
Croquis:		



Descripción del punto topográfico:
Estación "BM-04" Ubicado en la base del suelo con mortero y pintado con spray y escrito con pintura

Nota. Elaboración propia.

Tabla 24

Ubicación del BM-05

Nombre de la estación:		Ubicación:
BM-05		Región: Junin
Presición: 5"	Fecha: Noviembre 2024	Provincia: Huancayo Distrito: Pucará Localidad: Marcavalle
Coordenadas:		**Elevación:**
Latitud: -12.20807855	Longitud: -75.10829028	DATUM: WGS-84
Coordenadas UTM:		3575.25 m.s.n.m
Norte: 8650434.92	Este: 488220.73	Zona U.T.M. 18L
Croquis:		



Descripción del punto topográfico:
Estación "BM-05" Ubicado en la base del suelo con mortero y pintado con spray y escrito con pintura

Nota. Elaboración propia.

4.1.2. Características mecánicas del suelo

Conocer las propiedades de suelo a través del estudio de mecánica de suelos permitió diseñar infraestructuras hidráulicas eficientes y adaptadas a las condiciones del terreno. Al conocer las características de granulometría, limites líquidos y plásticos, capacidad portante, se pueden proponer infraestructuras hidráulicas y sistemas de distribución que minimicen pérdidas de agua. Esto optimiza el uso del recurso hídrico, asegurando una mejor disponibilidad y distribución del agua en las áreas de cultivo, lo que contribuye directamente a la reducción del déficit hídrico y mejora la eficiencia del riego.

Para conocer las características mecánicas del suelo del lugar objeto de la investigación, se realizaron dos calicatas de 1.00m x 1.00m x 1.50m de profundidad en los siguientes puntos:

Calicata 1 (Bocatoma C-1):

Coordenadas Norte: 8649581.44, Este: 489205.11.

Calicata 2 (Reservorio C-2):

Coordenadas Norte: 8649628.27, Este: 487949.02.

Calicata (Desarenador):

Según el RNE, en la norma E.050 de Suelos y cimentaciones, las calicatas cubren un radio de influencia y la ubicación del desarenador se encuentra en la progresiva 0+015, por ello está dentro del radio de influencia de la calicata 1 C-1 Bocatoma. Por tal motivo no se hizo un estudio de suelos específico para el desarenador.

De acuerdo a los ensayos elaborados en el laboratorio de suelos, se pudo obtener como resultado el perfil estratigráfico, análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido y plástico, ensayo de corte directo y capacidad portante, los cuales se presentan a continuación:

- **Perfil estratigráfico**

Según la excavación realizada, se pudo obtener el perfil estratigráfico en cada uno de los puntos de las calicatas, lo que dio como resultado el siguiente cuadro que muestra el perfil del suelo de acuerdo a la clasificación SUCS.

Tabla 25

Clasificación y perfil estratigráficos de calicatas

Calicata	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Descripción
C-1 Bocatoma	0.1	OL	Limo orgánico y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad), presencia de raíces en un 10 %, baja cementación.
	1.4	GM	Grava limo-arcillosa con arena, color marrón, estado húmedo, tamaño máximo de grava 1". Consistencia firme, estructura homogénea, plasticidad baja, cementación débil, gravas sub redondeadas, suelo mal graduado con granulometría discontinua.
C-2 Reservorio	0.1	OL	Limo orgánico y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad, presencia de raíces en un 10 %, baja cementación.
	1.4	SC-SM	Arena Limo-arcillosa, color marrón oscuro, estado húmedo, tamaño máximo de grava es ¾", consistencia suave, estructura no homogénea, plasticidad baja, cementación débil, suelo mal graduado con granulometría discontinua.

Nota. Elaboración propia.

- **Análisis granulométrico**

Se obtuvieron muestras representativas de cada calicata que se llevaron al tamizador del laboratorio desde la malla 3" hasta la N°200. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la retención de cada malla y de cada calicata:

Tabla 26

Análisis Granulométrico de C-1 Bocatoma

Tamiz serie americana	Abertura (Mm)	Peso retenido (Gr)	Parcial retenido (%)	Acumulado que pasa (%)
3"	76.2	0	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0	0.00	100.00
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	98.2	9.88	90.12
1"	25.4	113.8	11.44	78.68
3/4"	19.05	70.4	7.08	71.60
1/2"	12.7	68.4	6.88	64.72
3/8"	9.525	80.2	8.07	56.66
N°4	4.76	60.1	6.04	50.61
N°8	2.38	83.7	8.42	42.20
N°10	2	72.8	7.32	34.88
N°16	1.17	60.4	6.07	28.80
N°30	0.59	40.6	4.08	24.72
N°40	0.426	31.1	3.13	21.59
N°60	0.25	38.9	3.91	17.68
N°100	0.149	24.5	2.46	15.22
N°200	0.074	18.7	1.88	13.33
-200		132.6	13.33	
Peso Inicial		994.4		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 27

Análisis granulométrico de C-2 reservorio

Tamiz serie americana	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Parcial retenido (%)	Acumulado que pasa (%)
3"	76.2	0	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0	0.00	100.00
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	63.4	9.05	90.95
3/4"	19.05	56.8	8.11	82.84
1/2"	12.7	49.6	7.08	75.76
3/8"	9.525	45.1	6.44	69.32
N°4	4.76	41.2	5.88	63.44
N°8	2.38	61.7	8.81	54.63
N°10	2	51.5	7.35	47.27
N°16	1.17	43.6	6.23	41.05
N°30	0.59	39.1	5.58	35.47
N°40	0.426	36.8	5.25	30.21
N°60	0.25	33.3	4.75	25.46
N°100	0.149	34.6	4.94	20.52
N°200	0.074	34.2	4.88	15.63
-200		109.5	15.63	
Peso Inicial		700.4		

Nota. Elaboración propia.

- **Límites de consistencia**

De la muestra obtenida de la calicata se pudo extraer una parte para realizar el ensayo de límites de consistencia, obteniendo los limites líquidos, limites plásticos e índices de plasticidad de cada calicata. A continuación, se presenta el cuadro de límites de consistencia de cada una de las calicatas.

Tabla 28

Calicata C-1 límites de consistencia

	Límite líquido				Límite plástico	
Suelo húmedo	82.6	71.2	73.8	74.6	64.2	70.5
Suelo seco	71.3	60.8	61.9	61.3	56.2	60.6
Peso del agua	11.3	10.4	11.9	13.3	8	9.9
Peso tara	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Suelo seco	47.8	37.3	38.4	37.8	32.7	37.1
% de humedad	23.6	27.9	31	35.2	24.5	26.7
	30	26	22	18	25.6	

Límite líquido	Límite plástico	Índice plasticidad
28	25.6	2.4

Nota. Elaboración propia.

Tabla 29

Calicata C-2 límites de consistencia

	Límite líquido				Límite plástico	
Suelo húmedo	54.2	62.4	48.7	51.9	48.9	54.5
Suelo seco	48.6	54.2	42.8	44.4	45.2	49.4
Peso del agua	5.6	8.2	5.9	7.5	3.7	5.1
Peso tara	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Suelo seco	25.1	30.7	19.3	20.9	21.7	25.9
% de humedad	22.3	26.7	30.6	35.9	17.1	19.7
	28	25	21	17	18.4	

Límite líquido	Límite plástico	Índice plasticidad
27.1	18.4	8.7

Nota. Elaboración propia.

- **Ensayo de corte directo**

En la presente investigación se optó por realizar el ensayo de corte directo para determinar los parámetros de resistencia al corte del suelo (cohesión y ángulo de fricción interna), debido a que este método resultó más accesible. Si bien el ensayo triaxial proporciona una caracterización más completa del comportamiento del suelo bajo diferentes condiciones de carga y drenaje, dicho ensayo demanda equipos sofisticados, personal altamente capacitado y

costoso, y mayores tiempos de ejecución, lo cual no fue viable dentro del alcance del presente proyecto.

Además, el ensayo de corte directo ofrece resultados suficientemente representativos para el tipo de estructuras consideradas en el estudio, las cuales no requieren una modelación avanzada del comportamiento anisotrópico o un análisis de esfuerzos en condiciones complejas de consolidación.

Para determinar el ángulo de cohesión que será necesario para calcular la capacidad portante, se realizó el ensayo de corte directo, usando una porción de la muestra retirada en campo que se realizó en tres cálculos de una fuerza de 2 kg, 4 kg y 8 kg, respectivamente, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 30

Calicata C-1 ensayo de corte directo

Características de los especímenes						
Muestra N.°	Altura (cm)	Área (cm2)	Cont. hum. (%)	Den. seca (gr/cm3)	Esfuerzo normal (kg/cm2)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)
1	2	36	9.5	1.84	0.56	0.492
2	2	36	9.5	1.84	1.11	1.062
3	2	36	9.5	1.84	2.22	1.776
CLASIF. SUSC: GM		L.L.: 28	IP: 25.6	% Menor que Malla n°200: 13.33		
Resultados del ensayo						
COHESION (kg/cm2)		0.03		Angulo de fricción (°)		36°54°
				Angulo de fricción corregido (°)		26°35°

Nota. Elaboración propia.

Tabla 31

Calicata C-2 ensayo de corte directo

Características de los especímenes						
Muestra n°	Altura (cm)	Área (cm2)	Cont. hum. (%)	Den. seca (gr/cm3)	Esfuerzo normal (kg/cm2)	Esfuerzo de corte (kg/cm2)
1	2	36	10.2	1.801	0.56	0.518
2	2	36	10.1	1.803	1.11	1.106
3	2	36	10.1	1.801	2.22	1.649
CLASIF. SUSC: SC		L.L.: 27.1	IP: 8.7	% Menor que Malla n°200: 15.63		
Resultados del ensayo						
COHESION (kg/cm2)		0.17		Angulo de fricción (°)		33°03°
				Angulo de fricción corregido (°)		23°27°

Nota. Elaboración propia.

- **Capacidad portante**

Se realizó el cálculo de la capacidad portante mediante el método de Terzhagi, el cual utiliza parámetros de ángulo de fricción, cohesión, factores de capacidad de carga, entre otros. Se presenta el cuadro de capacidad portante para cada profundidad de desplante entre 0.80 m, 1.00 m y 1.20 m con un ancho de un rango entre 1 m y 2.5 m.

Tabla 32

Capacidad portante para C-1 Bocatoma

B (m)	Df (m)	Qu (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
1	0.8	3.39	1.13
1.5	0.8	3.82	1.27
2	0.8	4.25	1.42
2.5	0.8	4.68	1.56
1	1	3.86	1.29
1.5	1	4.29	1.43
2	1	4.71	1.57
2.5	1	5.14	1.71
1	1.2	4.32	1.44
1.5	1.2	4.75	1.58
2	1.2	5.18	1.73
2.5	1.2	5.61	1.87

Nota. Elaboración propia.

Tabla 33

Capacidad portante para C-2 reservorio

B (m)	Df (m)	Qu (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
1.00	0.80	5.15	1.72
1.50	0.80	5.4	1.80
2.00	0.80	5.66	1.89
2.50	0.80	5.91	1.97
1.00	1.00	5.48	1.83
1.50	1.00	4.73	1.58
2.00	1.00	5.98	1.99
2.50	1.00	6.23	2.08
1.00	1.20	5.81	1.94
1.50	1.20	6.06	2.02
2.00	1.20	6.31	2.10
2.50	1.20	6.81	2.27

Nota. Elaboración propia.

4.1.3. Balance hídrico

- **Generación de caudal medio para la cuenca de estudio**

Una vez obtenidos los datos meteorológicos de SENAMHI, se realizó el cálculo de evapotranspiración potencial (ETP) a través del método de Hargreaves mencionado en la ecuación 1.

Tabla 34

Evapotranspiración potencial con base en la temperatura parte 1

REFERENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Temperatura (°C)	14.047	13.607	13.744	13.787	13.212
Temperatura °F	57.285	56.493	56.740	56.816	55.781
Coef. mensual de ET (MF)	2.631	2.295	2.349	1.997	1.792
Humedad relativa %, (HR)	81.410	81.507	81.785	79.446	78.204
Coeficiente humedad aire, CH >64% < = 1	0.716	0.714	0.708	0.753	0.775
Fact. Elevación por altitud - CE	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078
ETP (con base en la temperatura) mm/mes	116.307	99.787	101.812	92.095	83.536

Nota. Elaboración propia.

Tabla 35

Evapotranspiración potencial con base en la temperatura parte 2

JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
12.271	12.091	12.937	14.032	14.569	15.060	14.385
54.088	53.764	55.287	57.257	58.225	59.107	57.893
1.600	1.711	1.944	2.166	2.479	2.525	2.650
78.755	79.175	77.211	77.063	77.604	76.943	79.815
0.765	0.758	0.792	0.795	0.786	0.797	0.746
1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078	1.078
71.408	75.160	91.836	106.334	122.240	128.270	123.367
				ETP total anual		982.15

Nota. Elaboración propia.

Tabla 36

Evapotranspiración potencial con base en la radiación solar parte 1

REFERENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Radiación extraterrestre equivalente mm/día (Ra)	16.622	16.322	15.378	13.935	12.414
Número de días del mes (DM)	31.0	28.0	31.0	30.0	31.0
Radiación extraterrestre equivalente mm/mes (RMM)	515.267	457.003	476.733	418.062	384.830
Porcentaje de horas de sol (S)	48.249	49.054	49.507	60.169	72.601
Horas de promedio del lugar (n)	6.400	6.300	6.100	7.100	8.100
Horas de sol según latitud (N)	13.265	12.843	12.322	11.800	11.157
Temperatura media mensual en F° (TMF)	57.285	56.493	56.740	56.816	55.781
Radiación solar equivalente en mm/mes (RSM)	268.434	240.058	251.576	243.215	245.924
ETP (a base de radiación solar) mm/mes	115.33	101.71	107.06	103.64	102.88

Nota. Elaboración propia.

Tabla 37

Evapotranspiración potencial con base en la radiación solar parte 2

JUN	**JUL**	**AGO**	**SET**	**OCT**	**NOV**	**DIC**
11.514	11.914	13.135	14.657	15.800	16.422	16.522
30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0
345.416	369.330	407.198	439.708	489.800	492.646	512.167
72.909	73.157	72.203	70.000	58.071	58.269	52.377
7.900	8.000	8.200	8.400	7.400	7.600	7.000
10.835	10.935	11.357	12.000	12.743	13.043	13.365
54.088	53.764	55.287	57.257	58.225	59.107	57.893
221.205	236.921	259.503	275.915	279.936	282.042	278.000
89.73	**95.53**	**107.60**	**118.49**	**122.24**	**125.03**	**120.71**
				ETP total anual		**1079.96**

Nota. Elaboración propia.

Para establecer caudales medios para la cuenca se utilizó el método de Lutz Scholz. Este modelo toma en cuenta la ecuación del balance hídrico, la precipitación efectiva, el coeficiente de escurrimiento, el coeficiente de agotamiento, el factor de retención de la cuenca, el abastecimiento de retención y el almacenamiento hídrico que permite determinar y generar caudales mensuales por año.

Se determinan parámetros para la aplicación del modelo:

Tabla 38

Parámetros de la microcuenca de estudio

Área de la Microcuenca	6	km2
Altitud media de la Microcuenca	3764.87854	msnm
Pendiente media de la Microcuenca	0.159681682	m/m
Precipitación Media Anual	644.04	mm/año
Evaporación total Anual	982.15	mm/año
Temperatura Media Anual	13.65	°C
Déficit de Escurrimiento	508.69	mm/año
Coeficiente de Escorrentía	0.74	
Coeficiente de Agotamiento	0.03	
Relación de Caudales (30 días)	0.47	
Área de lagunas, nevados y acuíferos	0	km2
Gasto Mensual de Retención	39.05	mm/año

Nota. Elaboración propia.

Tabla 39

Cálculo del coeficiente de escorrentía

Método de la misión alemana:	
Precipitación media anual	644.04
ETP total anual	982.15
Coeficiente de escorrentía	0.74

Nota. Elaboración propia.

Como parte de la investigación para la disponibilidad de agua en la cuenca de la quebrada Matapoccha, se determinaron los caudales promedios mensuales, los cuales permiten analizar la variabilidad del recurso hídrico durante todo el año. Estos datos se han logrado procesando los datos hidrométricos disponibles y mediante métodos de estimación hidrológica que se apoyan en bases teóricas y características físicas de la cuenca.

La obtención de los caudales medios mensuales es primordial para entender cómo se comporta el río y la cantidad de agua accesible en los diferentes meses y estaciones del año, lo que facilita la identificación de los lapsos con mayor y menor flujo. Esta información es importante, ya que sirve para el diseño de recolección y distribución del agua para riego, la cual garantizará una gestión eficiente del recurso hídrico en el área de estudio.

En la Tabla 23 se muestran los datos que se han recopilado y procesado, lo cual servirá de referencia para el diseño y funcionamiento de las infraestructuras de riego y el balance hídrico.

Tabla 40

Caudal para un año promedio

MES	N° dias mensual	Precipitación mensual				Contribución de la retención				Caudales generados	
		P Total	PE II	PE III	PE	Gasto		Abastecimiento			
		mm/mes	mm/mes	mm/mes	mm/mes	bi	Gi (mm/mes)	ai	Ai (mm/mes)	mm/mes	m3/s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Enero	31	114.2	50.4	53.9	75.3	0.206	6.4	0.159	6.2	75.5	0.169
Febrero	28	112.5	48.2	52.2	76.7	0.240	7.5	0.162	6.3	77.8	0.193
Marzo	31	96.9	31.1	37.3	74.9	0.206	6.4	0.158	6.2	75.1	0.168
Abril	30	38.1	4.2	7.7	28.8	0.217	6.8	0.061	2.4	33.2	0.077
Mayo	31	17.7	1.9	3.9	16.0	0.206	6.4	0.034	1.3	21.1	0.047
Junio	30	7.6	0.9	1.9	8.0	0.101	3.1	0.017	0.7	10.5	0.024
Julio	31	3.5	0.4	0.9	3.8	0.042	1.3	0.008	0.3	4.8	0.011
Agosto	31	9.6	1.1	2.3	9.5	0.019	0.6	0.020	0.8	9.3	0.021
Septiembre	30	36.4	4.0	7.4	28.1	0.010	0.3	0.059	2.3	26.1	0.061
Octubre	31	51.3	6.8	11.1	37.4	0.004	0.1	0.079	3.1	34.4	0.077
Noviembre	30	51.4	6.8	11.2	37.9	0.000	0.0	0.080	3.1	34.8	0.081
Diciembre	31	104.7	39.0	44.4	77.5	0.000	0.0	0.163	6.4	71.1	0.159
Total		**644.0**	**194.7**	**234.2**	**473.7**	**1.251**	**39.048**	**1.000**	**39.0**	**473.7**	**0.091**

Nota. Elaboración propia.

- **Precipitación total promedio (P total):**

A partir de la Tabla 40 se muestran los valores promedios mensuales durante el periodo 2004 -2023 de la estación Viques.

Tabla 41

Precipitación total promedio

MESES	Caudal Q=l/s
Enero	169.16
Febrero	193.01
Marzo	168.31
Abril	76.76
Mayo	47.28
Junio	24.19
Julio	10.72
Agosto	20.91
Setiembre	60.51
Octubre	77.13
Noviembre	80.55
Diciembre	159.20

Nota. Elaboración propia.

- **Precipitación efectiva (PE):**

Para el desarrollo se usa el método propuesto por la misión alemana Boreau of Reclamation mencionada en la Tabla 2.

Para el cálculo de la PE de las curvas II y III se utilizó la ecuación de generación de caudales mensuales para periodos extendidos (modelo estocástico), cuando el límite superior de precipitación efectiva no se encuentre dentro del rango de los valores de cada curva según la P Total. Si esta se encuentra dentro de dicho rango, solo se realizará la fórmula especificada en dicha tabla según sea el caso.

Asimismo, para el cálculo de la PE se tiene la siguiente ecuación 5:

Tabla 42

Cálculo de los coeficientes de correlación para el año promedio

Qt	Qt-1	PE
75.51	71.067	75.3
77.82	75.51	76.7
75.13	77.82	74.9
33.16	75.13	28.8
21.10	33.16	16.0
10.45	21.10	8.0
4.78	10.45	3.8
9.33	4.78	9.5
26.14	9.33	28.1
34.43	26.14	37.4
34.80	34.43	37.9
71.07	34.80	77.5

Nota. Elaboración propia.

- **Demanda de agua para el estudio**

Eficiencia de riego:

La efectividad de riego se estima en tres modalidades de eficiencia como conducción, distribución y aplicación. Según el libro *Fundamentos de riego*, si la eficiencia de conducción es por tubería se encuentra en un rango de 90 a 98 % y la eficiencia de distribución llega a 98 %. El texto también menciona que la eficiencia de aplicación, utilizando el método de riego por gravedad, es, en promedio, de 30 a 60 % y cuando se utiliza el método de riego por aspersión móvil varía de 65 a 85 % (51).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente y utilizando las indicaciones del libro *Manual de cálculo de eficiencia en sistemas de riego* de MINAGRI, mencionadas en las bases teóricas del estudio, se consideró una eficiencia de 98 % para canal entubado PVC y distribución de agua de riego de 95 % a través de tubería PVC. De acuerdo a las propiedades

de distribución del agua en las áreas de riego, se consideró una eficiencia de riego de aplicación del orden de 60 % con una eficiencia global de 46.55 %.

Para el estudio sin el proyecto en la zona de estudio no existen estudios de eficiencia de riego que se hayan reportado con base en trabajos de campo, y dadas las condiciones de la infraestructura de conducción, se estimó una eficiencia de conducción, distribución y aplicación de 30, 20 y 20 %, respectivamente, dando como resultado una eficiencia de riego sin proyecto de 1.60 %, lo que demuestra la gran importancia de la inversión en el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para riego, ya que, al mejorar la eficiencia, se puede reducir el consumo de agua.

Tabla 43

Eficiencia de riego empleada en el proyecto

Descripción	Porcentaje			
	Conducción	Distribución	Aplicación	Eficiencia de riego
Sin proyecto	40%	20.00%	20.00%	1.60%
Con proyecto	98.00%	95.00%	50.00%	46.55%

Nota. Elaboración propia.

La demanda hídrica fue calculada sobre la base de la información adquirida, el calendario de siembra y los coeficientes de cultivo. Para determinar la necesidad de agua para los cultivos de la región en cuestión, se han determinado los coeficientes de cultivo (kc) para maíz, papa, trigo, cebada y alfalfa. Estos valores se han determinado de acuerdo a la tabla sugerida por la FAO.

El estudio se ha realizado en un área total de 60 hectáreas, en la que los cultivos se distribuyen. Los valores de Kc se han ajustado a las características climáticas y suelos presentes en el lugar que se necesita.

En una entrevista realizada a los pobladores de Marcavalle se formuló la cédula de cultivo actual. En esa situación se plantearon los cultivos base (**B**) y cultivos de rotación (**R**): alfalfa, trigo, cebada y papa nativa. Tal escenario se presenta a continuación en la Tabla 44:

Tabla 44

Modalidad de cultivo sin proyecto

Cultivos Base	ÁREA Ha	Modalidad de Cultivo											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Alfalfa	4.00	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Trigo Y Cebada	3.00	B	B	B	B	B	B			B	B	B	B
Papa Nativa	3.00	B	B	B	B							B	B
Cultivado (ha)	10.00	10.0	10.0	10.0	10.0	7.0	7.0	4.0	4.0	7.0	7.0	10.0	10.0

Nota. Elaboración propia.

Tabla 45

Kc de los cultivos sin proyecto

Cultivos Base	Kc de los Cultivos											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Alfalfa	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.06	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10
Trigo Y Cebada	1.00	0.90	0.81	0.60	0.40	0.45			0.44	0.53	0.40	0.62
Papa Nativa	1.02	0.75	0.61	0.78							0.24	0.73
Kc ponderado	1.03	0.92	0.85	0.83	0.77	0.77	1.06	1.09	0.63	0.82	0.63	0.85

Nota. Elaboración propia.

Para determinar la necesidad de agua para los cultivos de la región en cuestión se han determinado los coeficientes de cultivo (kc) para maíz, papa, trigo, cebada y alfalfa. Estos valores se han determinado de acuerdo a la FAO (ver Tabla 4).

El estudio se ha realizado en un área total de 60 hectáreas en donde los cultivos se distribuyen. Los valores de Kc se han ajustado a las características climáticas y suelos presentes en el lugar.

En la siguiente tabla se presentan los valores de Kc para cada cultivo en sus fases de crecimiento específicas, las cuales servirán como fundamento para calcular el requerimiento de agua para el riego de los cultivos.

Se formuló la cédula de cultivo con proyecto en esa situación. Se plantearon los cultivos base (**B**) y cultivos de rotación (**R**): maíz, papa, trigo, cebada y alfalfa. Se presentan a continuación en la Tabla 46.

Tabla 46

Modalidad de cultivo con proyecto

CULTIVOS BASE	ÁREA	Modalidad de Cultivo											
	Há	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MAIZ	10.00	B	B							B	B	B	B
PAPA	10.00	B	B	B	B	B					B	B	B
TRIGO Y CEBADA	15.00	B	B	B	B	B	B			B	B	B	B
ALFALFA	25.00	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Cultivado (há)	60.00	60.00	60.00	50.00	50.00	50.00	40.00	25.00	25.00	50.00	60.00	60.00	60.00

Nota. Elaboración propia.

En la siguiente tabla se presentan los valores de Kc para cada cultivo en sus fases de crecimiento específicas, las cuales servirán como fundamento para calcular el requerimiento de agua para el riego de los cultivos.

Tabla 47

Kc de los cultivos con proyecto

CULTIVOS BASE	Kc de los Cultivos											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MAIZ	1.05	0.87							0.36	0.75	1.15	1.10
PAPA	1.30	0.95	0.60	0.50	0.50	0.40				0.20	0.50	1.02
TRIGO Y CEBADA	0.82	0.75	0.65	0.52	0.50	0.45			0.44	0.53	0.97	0.89
ALFALFA	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Kc ponderado	0.99	0.89	0.79	0.73	0.73	0.76	0.95	0.95	0.68	0.65	0.91	0.97

Nota. Elaboración propia.

Tabla 48

Demanda de agua sin proyecto parte 1

Factores	unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May
	días/mes	31	28	31	30	31
Evapotranspiración potencial (ETP)	mm/mes	116.31	99.79	101.81	92.09	83.54
Superficie irrigada	(ha)	10.00	10.00	10.00	10.00	7.00
Precip efectiva al 75%	mm	82.84	73.75	70.61	19.04	9.16
Kc Ponderada		1.03	0.92	0.85	0.83	0.77
Evapotranspiración real (ETR)	mm/mes	119.33	91.31	86.13	76.81	64.44
D Neta	(mm/mes)	36.49	17.56	15.52	57.77	55.29
Consumo Real al 1.60 % de eficiencia	mm	2280.79	1097.21	970.23	3610.71	3455.37
Demanda unitaria	(M3/Ha)	22807.95	10972.11	9702.33	36107.05	34553.69
Módulo de riego (24 Hrs de riego)	(l/s)	8.52	4.54	3.62	13.93	12.90
Caudal de diseño	(l/s)	85.16	45.35	36.22	139.30	90.31
Demanda Total	(m3/mes)	228,079.47	109,721.15	97,023.31	361,070.51	241,875.82

Nota. Elaboración propia.

Tabla 49

Demanda de agua sin proyecto parte 2

Jun 30	Jul 31	Ago 31	Sep 30	Oct 31	Nov 30	Dic 31
71.46	75.16	91.84	106.33	122.24	128.27	123.37
7.00	4.00	4.00	7.00	7.00	10.00	10.00
1.42	1.05	3.68	23.73	34.85	39.75	76.45
0.77	1.06	1.09	0.63	0.82	0.63	0.85
55.13	79.86	99.87	66.84	99.89	81.07	104.25
53.70	78.81	96.19	43.11	65.04	41.31	27.80
3356.53	4925.45	6011.81	2694.23	4064.70	2582.08	1737.19
33565.31	49254.48	60118.13	26942.27	40646.97	25820.79	17371.94
12.95	18.39	22.45	10.39	15.18	9.96	6.49
90.65	73.56	89.78	72.76	106.23	99.62	64.86
234,957.15	197,017.91	240,472.53	188,595.86	284,528.79	258,207.93	173,719.37

Nota. Elaboración propia.

Tabla 50

Resumen de demanda de agua sin proyecto

Mes	Demanda sin Py (Llts./Sg.)	Demanda sin Py (M3/Mes)
Enero	85.16	228,079.47
Febrero	45.35	109,721.15
Marzo	36.22	97,023.31
Abril	139.30	361,070.51
Mayo	90.31	241,875.82
Junio	90.65	234,957.15
Julio	73.56	197,017.91
Agosto	89.78	240,472.53
Septiembre	72.76	188,595.86
Octubre	106.23	284,528.79
Noviembre	99.62	258,207.93
Diciembre	64.86	173,719.37
Total, M3/AÑO		2,615,269.79

Nota. Elaboración propia.

Con el fin de asegurar un aprovechamiento óptimo del agua en la zona analizada, se ha calculado la demanda hídrica en cada uno de los meses de los cultivos principales (maíz, papa, trigo, cebada y alfalfa) en un área de 60 hectáreas. Este cálculo se fundamenta en la

evapotranspiración potencial y en los coeficientes de cultivo (kc) relevantes para cada etapa de desarrollo.

La evaluación desarrollada permite identificar los periodos de mayor y menor requerimiento de agua, lo cual resulta esencial para la planificación del riego y la optimización del uso del caudal disponible en la cuenca.

En la siguiente tabla se presenta el cálculo de la demanda hídrica para cada mes, lo que ofrece una referencia clave para la organización y asignación del recurso hídrico de acuerdo a las necesidades de los cultivos a lo largo de su crecimiento en el año.

Tabla 51

Demanda de agua con proyecto parte 1

Factores	unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May
	días/mes	31	28	31	30	31
Evapotranspiración potencial (ETP)	mm/mes	116.31	99.79	101.81	92.09	83.54
Superficie Irrigada	(ha)	60.00	60.00	50.00	50.00	50.00
Precip Efectiva al 75%	mm	82.84	73.75	70.61	19.04	9.16
Kc Ponderada		0.99	0.89	0.79	0.73	0.73
Evapotranspiración real (ETR)	mm/mes	115.43	88.48	80.43	67.32	60.56
D Neta	(mm/mes)	32.60	14.73	9.82	48.29	51.41
Consumo real al 46.55 % de eficiencia	mm	70.02	31.64	21.10	103.73	110.43
Demanda unitaria	(M3/Ha)	700.25	316.39	211.00	1037.28	1104.35
Módulo de riego (24 hrs. de riego)	(l/s)	0.26	0.13	0.08	0.40	0.41
Caudal de diseño	(l/s)	15.69	7.85	3.94	20.01	20.62
Demanda Total	(m3/mes)	42,014.74	18,983.57	10,550.23	51,864.15	55,217.46

Nota. Elaboración propia.

Tabla 52

Demanda de agua con proyecto parte 2

Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
30	31	31	30	31	30	31
71.46	75.16	91.84	106.33	122.24	128.27	123.37
40.00	25.00	25.00	50.00	60.00	60.00	60.00
1.42	1.05	3.68	23.73	34.85	39.75	76.45
0.76	0.95	0.95	0.68	0.65	0.91	0.97
54.49	71.40	87.24	72.20	79.86	117.15	119.87
53.07	70.35	83.56	48.47	45.01	77.40	43.42
114.00	151.13	179.51	104.12	96.69	166.27	93.28
1139.99	1511.31	1795.09	1041.24	966.94	1662.73	932.80
0.44	0.56	0.67	0.40	0.36	0.64	0.35
17.59	14.11	16.76	20.09	21.66	38.49	20.90
45,599.52	37,782.82	44,877.33	52,062.18	58,016.32	99,763.60	55,967.70

Nota. Elaboración propia.

Para analizar el consumo de agua en el área de investigación, se ha determinado la necesidad de agua de los cultivos en litros por segundo y en metros cúbicos mensuales. Estos valores son muy importantes, ya que permiten saber cuánta agua se va a necesitar a lo largo de los meses, con lo que se podrá planificar y optimizar el agua de la oferta.

Se seleccionó un módulo de riego de 24 horas debido a su eficiencia en la distribución del caudal de demanda, permitiendo un flujo continuo y uniforme que optimizó el uso del agua y redujo las pérdidas por escorrentía y evaporación. De este período, 12 horas serán destinadas al consumo de los usuarios, mientras que las otras 12 horas se almacenarán en el reservorio de geomembrana diseñado, asegurando una reserva estratégica para optimizar el suministro. Además, esta elección garantizó que la infraestructura hidráulica opere dentro de su capacidad de diseño, evitando sobrecargas en canales y tuberías. Asimismo, facilitará la planificación y programación equitativa del riego entre los usuarios, asegurando una gestión sostenible del recurso hídrico y una mejor respuesta a las necesidades del cultivo.

La tabla que se presenta a continuación representa los resultados de la demanda hídrica, los cuales sirven como base para la gestión del sistema de riego y para la repartición del agua durante el año.

Tabla 53

Resumen de demanda de agua con proyecto

Mes	Demanda Con Py (Llts./Sg.)	Demanda Con Py (M3/Mes)
Enero	15.69	42,014.74
Febrero	7.85	18,983.57
Marzo	3.94	10,550.23
Abril	20.01	51,864.15
Mayo	20.62	55,217.46
Junio	17.59	45,599.52
Julio	14.11	37,782.82
Agosto	16.76	44,877.33
Septiembre	20.09	52,062.18
Octubre	21.66	58,016.32
Noviembre	38.49	99,763.60
Diciembre	20.90	55,967.70
Total M3/AÑO		572,699.64

Nota. Elaboración propia.

Para determinar la disponibilidad del agua o recurso hídrico, se consideró el balance entre el caudal proporcionado por el río y las pérdidas naturales del sistema. El análisis se fundamenta en el cálculo de caudales medios mensuales, la evapotranspiración potencial y otros elementos climáticos que influyen en el estudio.

En la tabla que se presenta a continuación se detallan los valores calculados de la disponibilidad hídrica de la cuenca, los cuales servirán como referencia para el diseño y dimensionamiento de las infraestructuras de bocatoma y distribución del agua para el sistema de riego.

Tabla 54

Oferta de agua sin proyecto

MESES	Quebrada Malaypata	
	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/año
Enero	1.20	2,903.04
Febrero	1.20	3,214.08
Marzo	1.20	3,110.40
Abril	1.20	3,214.08
Mayo	1.20	3,110.40
Junio	1.20	3,214.08
Julio	1.20	3,214.08
Agosto	1.20	3,110.40
Septiembre	1.20	3,214.08
Octubre	1.20	3,110.40
Noviembre	1.20	3,214.08
Diciembre	1.20	3,214.08
TOTAL		34,629.12

Nota. Elaboración propia.

Tabla 55

Oferta de agua con proyecto

MESES	QUEBRADA MATAPOCCHA			
	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/Mes	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/Mes
Enero	169.16	453,084.94	169.16	453,084.94
Febrero	193.01	466,938.05	193.01	466,938.05
Marzo	168.31	450,807.56	168.31	450,807.56
Abril	76.76	198,964.02	76.76	198,964.02
Mayo	47.28	126,626.66	47.28	126,626.66
Junio	24.19	62,700.24	24.19	62,700.24
Julio	10.72	28,706.91	10.72	28,706.91
Agosto	20.91	56,007.07	20.91	56,007.07
Septiembre	60.51	156,833.26	60.51	156,833.26
Octubre	77.13	206,575.85	77.13	206,575.85
Noviembre	80.55	208,788.12	80.55	208,788.12
Diciembre	159.20	426,403.06	159.20	426,403.06
TOTAL		2,842,435.75		

Nota. Elaboración propia.

Se ha realizado el balance hídrico mensual con la finalidad de analizar la relación oferta y demanda de agua en la cuenca de la quebrada Matapoccha durante el transcurso del año. Este estudio facilita la detección de momentos de abundancia y déficit de agua, lo cual resulta clave para la planificación del sistema de riego.

Tabla 56

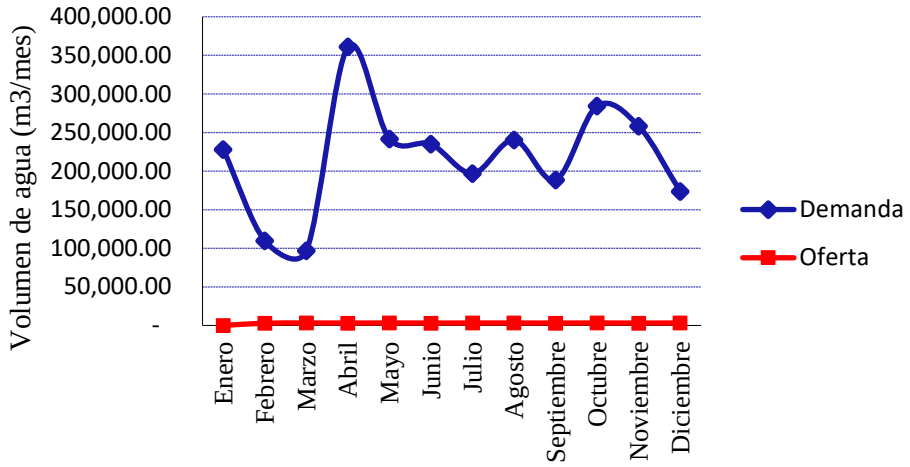
Balance hídrico sin proyecto

MESES	Oferta Total Sin Proyecto		Demanda total sin proyecto		Balance oferta/demanda	
	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/año	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/año	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/año
Enero	0.00	0.00	85.16	228,079.47	-85.16	-228,079.47
Febrero	1.20	2,903.04	45.35	109,721.15	-44.15	-106,818.11
Marzo	1.20	3,214.08	36.22	97,023.31	-35.02	-93,809.23
Abril	1.20	3,110.40	139.30	361,070.51	-138.10	-357,960.11
Mayo	1.20	3,214.08	90.31	241,875.82	-89.11	-238,661.74
Junio	1.20	3,110.40	90.65	234,957.15	-89.45	-231,846.75
Julio	1.20	3,214.08	73.56	197,017.91	-72.36	-193,803.83
Agosto	1.20	3,214.08	89.78	240,472.53	-88.58	-237,258.45
Septiembre	1.20	3,110.40	72.76	188,595.86	-71.56	-185,485.46
Octubre	1.20	3,214.08	106.23	284,528.79	-105.03	-281,314.71
Noviembre	1.20	3,110.40	99.62	258,207.93	-98.42	-255,097.53
Diciembre	1.20	3,214.08	64.86	173,719.37	-63.66	-170,505.29
TOTAL		34,629.12		2,615,269.79		-2,580,640.67

Nota. Elaboración propia.

Figura 22

Balance hídrico sin proyecto



Nota. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos revelan que en los meses de julio y agosto existe una escasez de agua, lo que indica que la disponibilidad es inferior a la demanda de las cosechas. Para resolver esta problemática se planteará un reservorio de geomembrana, que permitirá acumular el agua sobrante en épocas de mayor oferta y utilizarla en los periodos críticos, asegurando así un suministro continuo para el riego.

A continuación, se muestra la siguiente tabla que muestra los resultados del balance hídrico mensual, destacando la variabilidad del recurso hídrico y la importancia de la infraestructura en general para la optimización del sistema de riego.

Tabla 57

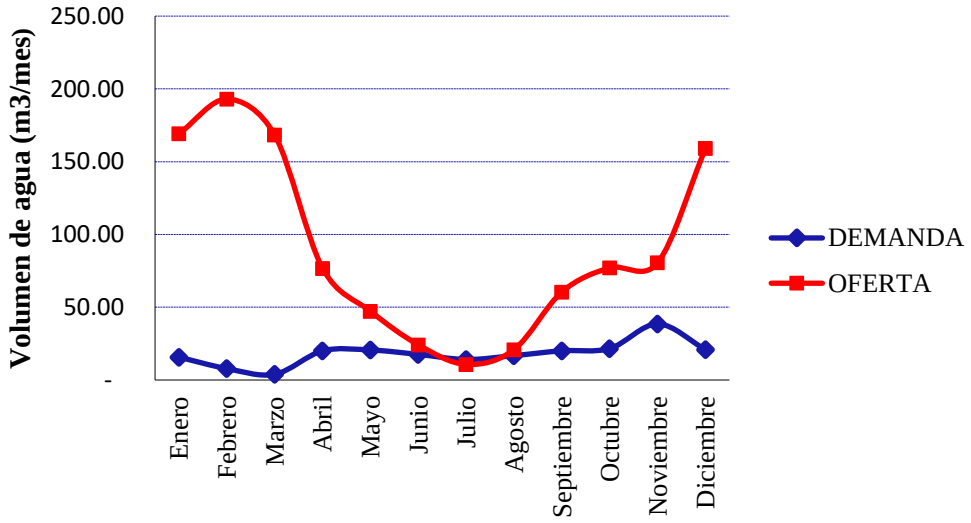
Balance hídrico con proyecto

MESES	Oferta Total Con Proyecto		DEMANDA TOTAL CON PROYECTO		BALANCE OFERTA/DEMANDA	
	Caudal diseño Lts/Sg.	Caudal m3/año	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/año	Caudal Lts/Sg.	Caudal m3/año
Enero	169.16	453,084.94	15.69	42,014.74	153.48	411,070.20
Febrero	193.01	466,938.05	7.85	18,983.57	185.17	447,954.48
Marzo	168.31	450,807.56	3.94	10,550.23	164.37	440,257.33
Abril	76.76	198,964.02	20.01	51,864.15	56.75	147,099.87
Mayo	47.28	126,626.66	20.62	55,217.46	26.66	71,409.20
Junio	24.19	62,700.24	17.59	45,599.52	6.60	17,100.72
Julio	10.72	28,706.91	14.11	37,782.82	-3.39	-9,075.91
Agosto	20.91	56,007.07	16.76	44,877.33	4.16	11,129.74
Septiembre	60.51	156,833.26	20.09	52,062.18	40.42	104,771.08
Octubre	77.13	206,575.85	21.66	58,016.32	55.47	148,559.53
Noviembre	80.55	208,788.12	38.49	99,763.60	42.06	109,024.51
Diciembre	159.20	426,403.06	20.90	55,967.70	138.30	370,435.36
TOTAL		2,842,435.75		572,699.64		2,269,736.11

Nota. Elaboración propia.

Figura 23

Balance hídrico con proyecto



Nota. Elaboración propia.

Los hallazgos permitieron establecer cuál es la cantidad de agua que se puede utilizar en distintas temporadas con mayor y menor escurrimiento, usando también la resta del caudal ecológico, el cual se proporcionó el 15 % que es un aproximado que las normativas indican, ya que en el Perú el órgano de otorgar la disponibilidad hídrica es el ANA.

Tabla 58

Caudal ecológico y caudal de diseño final

MESES	Caudal de ecológico Lts/Sg	Caudal de diseño Lts/sg
Enero	25.37	143.79
Febrero	28.95	164.06
Marzo	25.25	143.07
Abril	11.51	65.25
Mayo	7.09	40.19
Junio	3.63	20.56
Julio	1.61	9.11
Agosto	3.14	17.77
Septiembre	9.08	51.43
Octubre	11.57	65.56
Noviembre	12.08	68.47
Diciembre	23.88	135.32

Nota. Elaboración propia.

Para el diseño de la infraestructura se evaluaron los resultados obtenidos en cada tabla mencionada anteriormente.

- **Balance hídrico entre el caudal de quebrada y demanda de cultivo**

Dado que no se cuenta con registros hidrométricos continuos del riachuelo en estudio, y solo se dispone de aforos puntuales realizados en dos meses del año, se optó por estimar los caudales mensuales a partir de la precipitación media mensual histórica de la zona. Esta metodología se basa en el principio de proporcionalidad entre la precipitación y la escorrentía generada, asumiendo un comportamiento hidrológico relativamente estable en la microcuenca.

Este enfoque es válido en estudios preliminares, especialmente en zonas rurales donde no existen estaciones de aforo. La estimación realizada considera la precipitación mensual como un porcentaje del total anual, y se aplica dicha proporción al caudal total estimado con base en los aforos puntuales, permitiendo obtener un valor aproximado de la disponibilidad hídrica mensual para efectos del balance hídrico.

A continuación, se presenta la Tabla 59 que indica el cálculo realizado y los resultados obtenidos.

Tabla 59

Balance hídrico entre el caudal de quebrada y la demanda de cultivo

Meses	Aforo realizado (Lt/S)	Precipitación media mensual (Mm)	Precipitación unitaria (Mm)	Estimación del caudal en quebrada (Lt/S)	Demanda de caudal de cultivo (Lt/S)	Balance hídrico	Observación
ENERO		114.245	0.1774	19.14	15.69	3.45	Suficiente
FEBRERO		112.54	0.1747	18.86	7.85	11.01	Suficiente
MARZO	13.87	96.855	0.1504	16.23	3.94	12.29	Suficiente
ABRIL		38.12	0.0592	6.39	20.01	-13.62	Déficit
MAYO		17.725	0.0275	2.97	20.62	-17.65	Déficit
JUNIO		7.64	0.0119	1.28	17.59	-16.31	Déficit
JULIO		3.49	0.0054	0.58	14.11	-13.53	Déficit
AGOSTO		9.61	0.0149	1.61	16.76	-15.15	Déficit
SETIEMBRE	6.10	36.435	0.0566	6.10	20.09	-13.99	Déficit
OCTUBRE		51.275	0.0796	8.59	21.66	-13.07	Déficit
NOVIEMBRE		51.39	0.0798	8.61	38.49	-29.88	Déficit
DICIEMBRE		104.71	0.1626	17.54	20.9	-3.36	Déficit
TOTAL		644.035					

Nota. Elaboración propia.

4.1.4. Componentes de riego

- **Bocatoma**

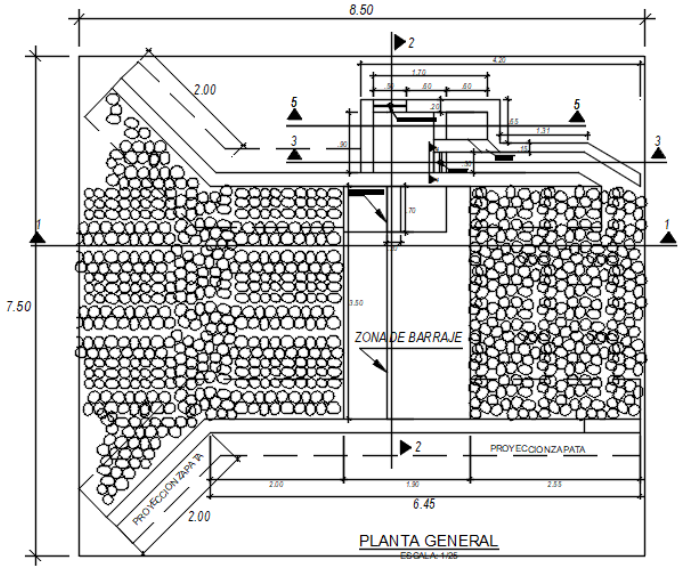
Se ha realizado un diseño de bocatoma tipo tirolesa que estará ubicado en la quebrada Matapoccha, ubicado en la localidad de Marcavalle, distrito de Pucará, Provincia de Huancayo. El objetivo de esta bocatoma es captar un caudal de 9.11 lts/s para el sistema de riego. La estructura completa tiene medidas de 8.50 m x 7.50, y debe de estar construida con concreto armado y concreto ciclópeo para garantizar la estabilidad y resistencia a la erosión del cauce. A continuación, se muestran los datos obtenidos.

El caudal que se va a captar se determinó mediante el balance hídrico generado para los cultivos demandados y restando el caudal ecológico. Así, se tiene un 9.11 lts/s que es suficiente para abastecer la demanda del sector agrícola.

La bocatoma tipo tirolés tiene una estructura de 8.50 m x 7.50 m, diseñado para garantizar una buena y eficiente captación del agua, y evitar obstrucciones por sedimentos.

Figura 24

Dimensiones generales de Bocatoma tipo tirolesa

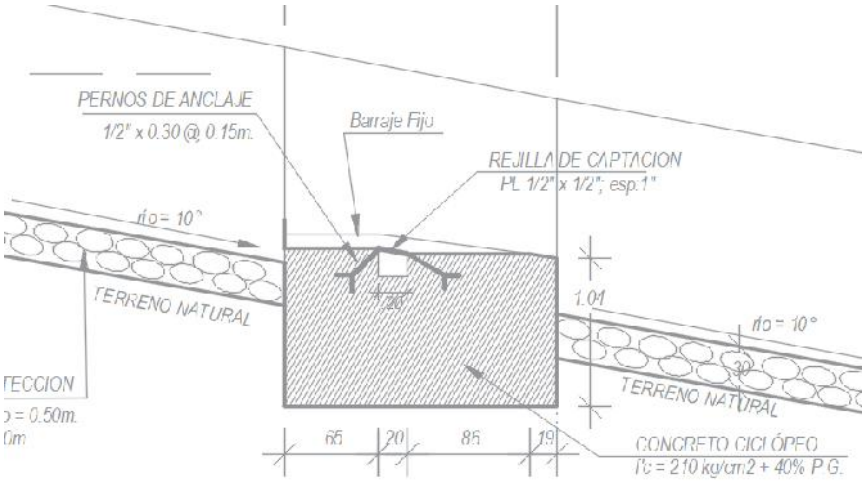


Nota. Elaboración propia.

Se realizó el diseño de una rejilla metálica de acero galvanizado de ½", con dimensiones de 70 cm x 20 cm, cuya función principal es el ingreso de agua diseñada para evitar el ingreso de materiales sólidos y sedimentos gruesos al sistema.

Figura 25

Vista frontal de la rejilla metálica de bocatoma tipo tirolesa

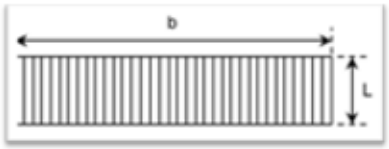


Nota. Elaboración propia.

Figura 26

Hoja de cálculo para la determinación de las dimensiones

DIMENSIONES DE REJILLA	
b (m)	0.70
L (m)	0.10
Lx1.20 (m)	0.13
Lasumido (m)	0.20
RESULTADO	
L (m)	0.20
b (m)	0.70

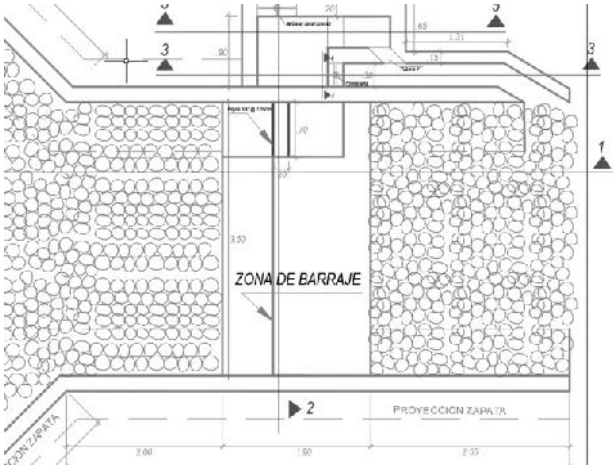


Nota. Elaboración propia.

Se realizó el diseño de una barrera para controlar el flujo y el nivel del agua, mejorando así la eficiencia de captación y asegurando una distribución uniforme en condiciones de variabilidad hidrológica.

Figura 27

Plano vista en planta de zona de barraje



Nota. Elaboración propia.

Para una dirección del flujo del agua hacia la rejilla metálica de captación y evitar los desbordamientos, se diseñaron muros laterales de 20 cm de espesor en concreto armado, con armadura de acero fy=4200 kg/cm2 de diámetro 5/8”, 3/8” y ½”, lo que va a proporcionar estabilidad estructural. A continuación, se presenta la tabla de datos para el diseño del muro de encauce.

Tabla 60

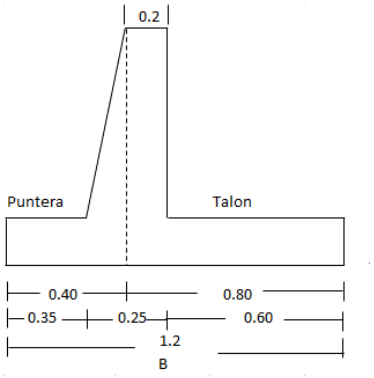
Datos para diseño de muros de encauce en bocatoma

f'c=	175	kg/cm2
fy=	4200	kg/cm2
U c-t =	0.5	
Ø =	30	
W=	1000	kg/m3
H=	2	m
Prof. Cim	0.5	m
d	0.5	m
h1=	1.5	m
q-adm=	1	kg/cm2
"t" de pantalla	0.2	m
P.unit concr	2300	kg/m3

Nota. Elaboración propia.

Figura 28

Dimensiones de diseño para muro de encauce de bocatoma



Nota. Elaboración propia.

Tabla 61

Diseño de acero de pantalla interior de muro de encauce

	1er Tramo M1	
Momentos	0.19	tn.m
Base	100	cm
d	21.00	cm
As Min	4.630	cm2
a	0.07	cm
As req	0.24	cm2

Nota. Elaboración propia.

Tabla 62

Diseño de acero de pantalla exterior de muro de encauce de bocatoma

p	0.0012	
b	100	cm
h	22.5	cm
As	2.7	cm2
Muro vert.	1.35	cm2
Area As	0.71	cm2
s	26.30	cm
S elegido	25	cm

Nota. Elaboración propia.

Tabla 63

Diseño de acero horizontal en pantalla de muro de encauce de bocatoma

p	0.003	
b	100	cm
h	22.5	cm
As	6.75	cm2
Area As	0.71	cm2
S Interior	21	cm
S elegido	20	cm
S Exterior	21	cm
S elegido	20	cm

Nota. Elaboración propia.

Tabla 64

Diseño de acero en talón de muro de encauce de bocatoma

Acero Longitudinal		
Area As requerido	9.92	cm2
As acero	2	cm2
Espaciamiento "S"	20.16	cm
Espac. Elegido	20	cm
Utilizar 5/8" @ cada 0.20m		

Acero Transversal		
p	0.0012	
b	100	cm
h	45	cm
As	5.4	cm2
Area As	1.29	cm2
s	23.89	cm
S elegido	20	cm
Utilizar 1/2" @ cada 0.20m		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 65

Diseño de acero en punta de muro de encauce de bocatoma

Acero Longitudinal		
Área As requerido	9.92	cm2
As acero	1.29	cm2
Espaciamiento "S"	13	cm
Espac. Elegido	12.5	cm
Utilizar 1/2" @ cada 0.125m		
Acero Transversal		
p	0.0012	
b	100	cm
h	45	cm
As	5.4	cm2
Area As	1.29	cm2
s	23.89	cm
S elegido	20	cm
Utilizar 1/2" @ cada 0.20m		

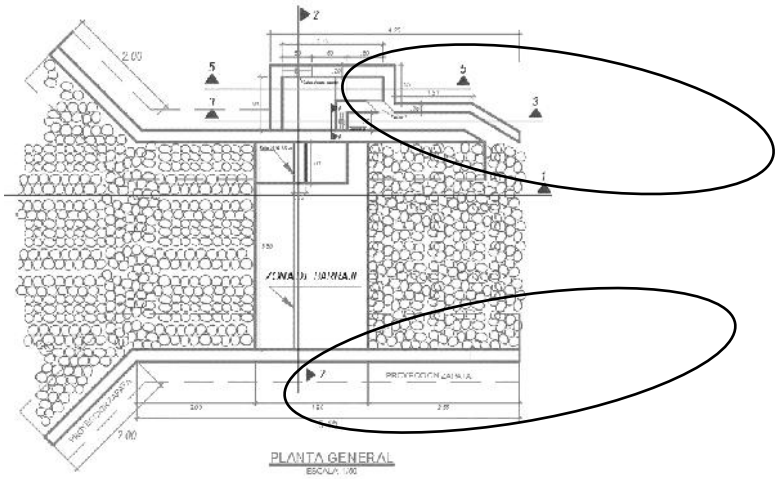
Nota. Elaboración propia.

Se implementa en el diseño un enrocado en la entrada y salida del agua del cauce del rio, con el objetivo de minimizar la erosión y generar una estabilidad en el lecho del río. Con esto también se estimula la durabilidad de la infraestructura.

Se realizó una cámara colectora que recibirá el agua de la rejilla. La cámara cuenta con unas medidas de 2.10 m x 1.10 m.

Figura 29

Plano vista en planta de la ubicación de muros de encause



Nota. Elaboración propia.

Tabla 66

Cálculo de cámara colectora de bocatoma

Descripción	MEDIDA	UND
Base interior de la cámara	0.9	m
Altura interior de la cámara	1.2	m
Longitud interior de la cámara:	1.7	m
Sec. de la compuerta de ingreso al desarenador:	0.50 x 0.30	m
Sección de la compuerta de lavado de la cámara:	0.50 x 0.30	m
Espesor del muro de la cámara:	0.2	m
Altura de salida de la toma tirolesa:	0.2	m

Nota. Elaboración propia.

Se colocó una compuerta de salida hacia el canal colector para regular el flujo del agua hacia el desarenador. Las medidas están diseñadas de acuerdo al diseño del canal colector: 0.50 m x 0.30m. La bocatoma se ha diseñado con materiales que garanticen la durabilidad en las condiciones extremas del clima y del caudal. Los muros y losas están diseñadas en concreto armado, con una resistencia de concreto f'c 175 kg/cm2 y acero de fy= 4200kg/cm2, proporcionando estabilidad estructural, mientras que los enrocados están diseñados con concreto ciclópeo y piedras medianas que optimizan la resistencia al impacto.

- **Desarenador**

El desarenador se encuentra ubicado en las coordenadas E: 489201.03, N: 8649602.96 y con una altitud de 3541 msnm. Dicha estructura se ha diseñado para operar con un caudal de 7.71 lts/s, el cual, tras un proceso de retención de sedimentos, será conducido por una tubería de PVC de 4.

Tabla 67

Datos para diseño de desarenador

Caudal de conducción	7.27 l/s
Altura del canal de ingreso	0.20 m
Tirante del agua en el canal de ingreso	0.09 m
Ancho de sección del canal de ingreso	0.20 m
Angulo de divergencia de transición	10.00 º
Velocidad longitudinal en el desarenador	0.20 m/s
Diámetro mín. de las partículas a decantar	0.20 mm
Ancho desarenador en relación altura de agua	2 H
Coeficiente de seguridad	1.5

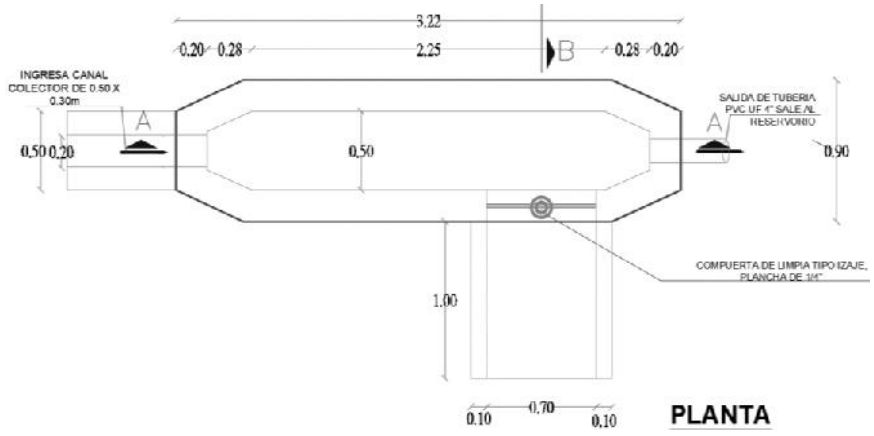
Nota. Elaboración propia.

La altura de aguas en el desarenador está en función de la velocidad, caudal y el ancho del desarenador; luego, utilizando la ecuación de continuidad se tiene H: 0.134 metros.

Asimismo, el ancho del desarenador es de 30 centímetros. Según un análisis detallado, la velocidad de sedimentación para el diámetro de la partícula es W = 2.160 cm/s, con un componente normal de turbulencia u=1.52 W. Finalmente, se obtuvo la longitud del desarenador de 2.25 metros, la cual se detalla en la siguiente figura.

Figura 30

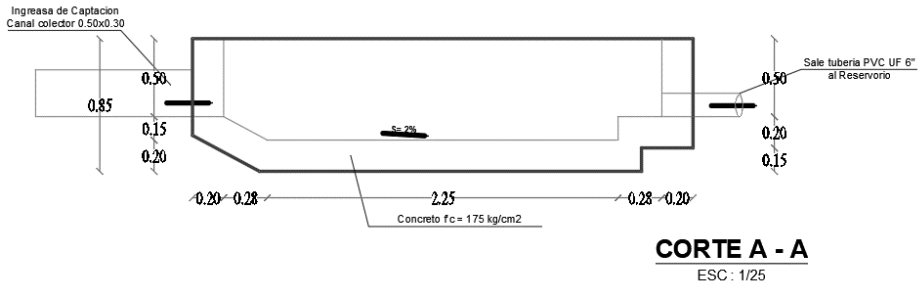
Vista en planta de desarenador



Nota. Elaboración propia.

Figura 31

Vista en planta de desarenador



Nota. Elaboración propia.

La cámara interior del depósito de sedimentos cuenta con un ancho de 50 cm y está construida de concreto armado, lo que garantiza una resistencia estructural y durabilidad. Se diseñó muros de 20 cm de espesor con una altura de 50 cm que sobrepasa al nivel del terreno, para evitar el ingreso de sólidos gruesos. Al diseño se le ha colocado una compuerta metálica de ¼” que es de tipo izaje con 70 cm de ancho, el cual permitirá la eficiente evacuación y limpieza de sedimentos.

Para el refuerzo estructural se utilizó la fórmula del área de acero mínima establecida por el Reglamento Nacional de Edificaciones, debido a que la estructura diseñada presenta dimensiones reducidas y no estaba sujeta a cargas de gran magnitud. Esta medida permitió garantizar la ductilidad y el comportamiento adecuado de los elementos estructurales ante esfuerzos mínimos, evitando el agrietamiento excesivo por retracción o temperatura. Además, al tratarse de una obra de pequeña escala, el uso de armadura mínima resultó técnicamente suficiente y económicamente eficiente, cumpliendo con los requerimientos normativos sin sobredimensionar el refuerzo.

Tabla 68

Diseño de acero mínimo en estructura de desarenador

Datos iniciales		
Base	100	cm
d	11	cm
As min	2.43	cm2
f'c	175	kg/cm2
fy	4200	kg/cm2
Recubrim.	5	cm
Resumen Longitudinal Y Transv.		
p	0.0012	
b	100	cm
h	45	cm
As	5.4	cm2
Area As	1.29	cm2
s	23.89	cm
S elegido	20	cm
Usar 3/8" @ cada 0.20m		

Nota. Elaboración propia.

Este diseño está elaborado para optimizar el sistema de captación, asegurando una eficiente conducción. Se ha elaborado un plano con todos los detalles específicos para la construcción usando normativas y medidas del diseño.

- **Canal De Conducción**

Tabla 69

Cálculo de tubería de aducción Y/D = 0.75

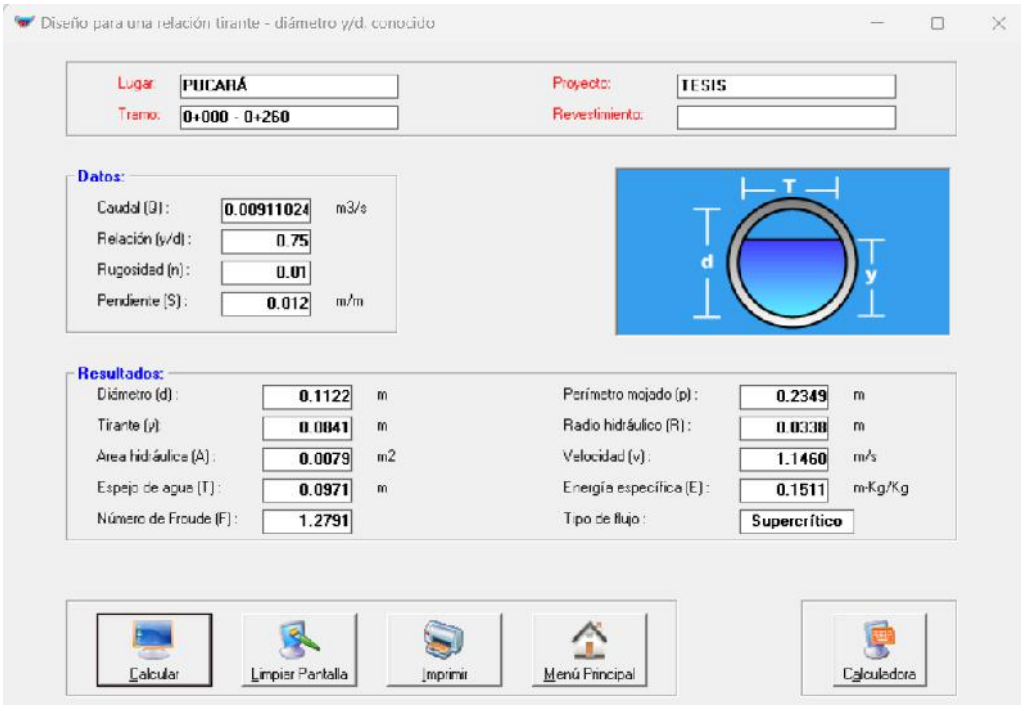
PROGRESIVA		Q (m3/s)	n	S	A/D2	R/D	D (plg)	D (m)	Y (m)	Y/D	Diam Com.	L (m)
DE	A											
0+000	0+260	0.0091	0.01	0.012	0.632	0.302	4.45809	0.11324	0.08493	0.75	4	260
0+260	0+580	0.0091	0.01	0.047	0.632	0.302	3.42519	0.08700	0.06525	0.75	4	320
0+580	1+400	0.0091	0.01	0.006	0.632	0.302	5.02088	0.12753	0.09565	0.75	5	820
1+400	1+600	0.0091	0.01	0.07	0.632	0.302	3.17741	0.08071	0.06053	0.75	3	200
1+600	2+120	0.0091	0.01	0.006	0.632	0.302	5.06858	0.12874	0.09656	0.75	5	520
2+120	2+240	0.0091	0.01	0.025	0.632	0.302	3.85984	0.09804	0.07353	0.75	4	120
2+240	2+280	0.0091	0.01	0.05	0.632	0.302	3.38433	0.08596	0.06447	0.75	4	40
2+280	2+320	0.0091	0.01	0.127	0.632	0.302	2.84288	0.07221	0.05416	0.75	3	40

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 69 se uniformiza el diámetro de 4 tuberías, ya que, en la parte alta de la captación, existen manantiales que pueden ser encausados hacia la quebrada, lo cual incrementará el caudal de la línea de aducción y las áreas bajo riego.

Figura 32

Cálculo de diámetro de tubería de aducción en HCanales



Nota. Elaborado en *software* HCanales.

Tabla 70

Cálculo de tubería de conducción y/d : 0.75

PROGRESIVA		Q (m3/s)	n	S	A/D2	R/D	D (plg)	D (m)	Y (m)	Y/D	Diam Com.	L (m)
DE	A											
2+320	2+360	0.0141	0.01	0.127	0.632	0.302	3.3494	0.08507	0.06381	0.75	3	40
2+360	2+520	0.0141	0.01	0.006	0.632	0.302	6.01108	0.15268	0.11451	0.75	6	160
2+520	2+734	0.0141	0.01	0.112	0.632	0.302	3.42775	0.08706	0.0653	0.75	3	214
2+734	2+900	0.0141	0.01	0.02	0.632	0.302	4.73472	0.12026	0.0902	0.75	5	166
2+900	3+500	0.0141	0.01	0.05	0.632	0.302	3.98732	0.10128	0.07596	0.75	4	600
3+500	3+953	0.0141	0.01	0.07	0.632	0.302	3.74353	0.09509	0.07131	0.75	4	453

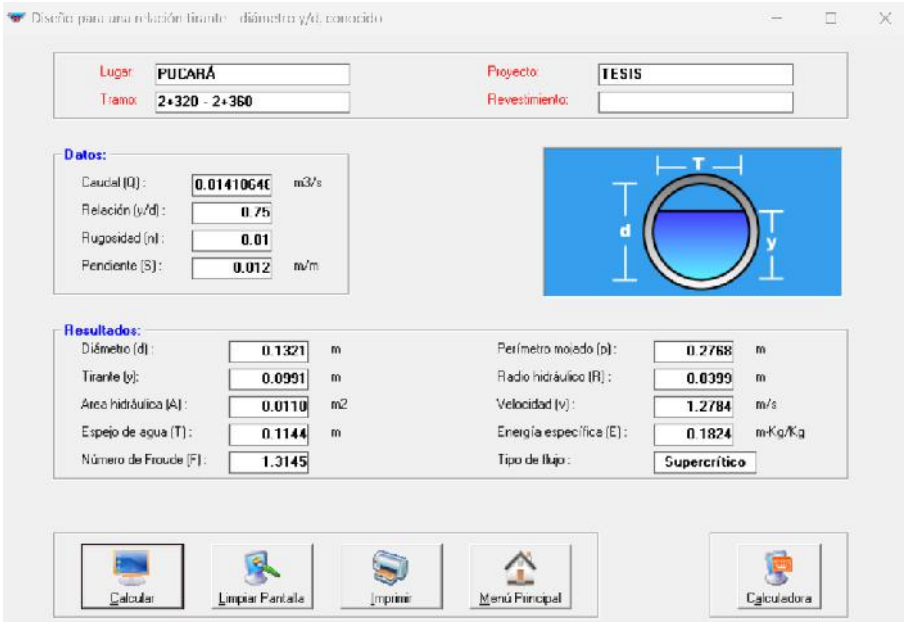
Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 70 se realizó el cálculo para la tubería de la línea de conducción, obteniendo un diámetro de tubería de 5”. Además, por no ser comercial en la localidad se recomienda tubería PVC de 6”.

El cálculo se realizó a un 75 % por el rendimiento hidráulico, es decir, a menor llenado, el agua tiene menos resistencia al flujo y circula con mayor estabilidad, y permite margen de seguridad para que soporte variación en el caudal sin necesidad de generar sobrecargas en la tubería y retención de aire atrapado. El estudio se planteó con tubería PVC, debido a que el material es más accesible económicamente, tanto en el material como en la instalación para las personas de la localidad.

Figura 33

Cálculo de diámetro de tubería de conducción en HCanales



Nota. Elaborado en software HCanales.

- **Almacenamiento**

Tabla 71

Datos para el diseño de reservorio

Talud (Z)	1
Altura mayor del agua(h)	3.00 m
Borde libre (bl)	0.50 m
Caudal de entrada (Qe)	4.9962459 l/s
Ø tubería de descarga	5 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo	1 %
Ancho del borde de anclaje	0.60 m
Longitud del anclaje subterraneo	0.60 m
Tiempo de embalse	12.00 h

Nota. Elaboración propia.

El caudal de entrada se calculó con el déficit hídrico del mes más crítico, que en este caso fue julio, con un caudal de diseño de 9.11 l/s, y la demanda del proyecto con un 14.11 l/s. Realizando la resta se obtiene el déficit hídrico de 4.9962459 l/s, y la tubería de descarga se asume con el cálculo de la Tabla 70.

Tabla 72

Dimensionamiento y cálculos hidráulicos

Volumen neto de diseño	216 m3
Largo del fondo (L)	6.13 m
Ancho del fondo (A)	4.59 m
Área del fondo (b)	28.14 m2
Área del espejo de agua (B)	128.45 m2
Altura menor del agua (h')	2.95 m
Reduc.volumen por pendiente (Vp)	0.66 m3
Volumen neto calculado	216.04 m3
Tiempo mínimo de descarga	1 h 28min
Caudal máximo de descarga	63.17 l/s

Nota. Elaboración propia.

Tabla 73

Cálculo de áreas

Longitud de Talud	4.95 m
Área del Fondo	28.14 m2
Área de taludes	175.41 m2
Área de bordes	31.10 m2
Área de Anclajes	32.54 m2
Área neta geomembrana	**267.19 m2**

Nota. Elaboración propia.

Tabla 74

Datos para diseño de espesor de geomembrana

b	= Ángulo entre la horizontal y la inclinación del talud muro interior del r	45	º
H	= Altura total del reservorio	3.50	m
sy	= Esfuerzo a fluencia de la geomembrana	1716000	Kg/m2
du	= Ángulo de fricción entre el material superior y la membrana	0.00	º
dL	= Angulo de fricción entre el material inferior y la membrana	27.00	º
X	= Distancia en que se moviliza la deformación	0.10	m
Ee	= Espesor adicional por erosión durante la instalación	0.40	mm

Nota. Elaboración propia.

Tabla 75

Cálculo para el diseño de espesor de geomembrana

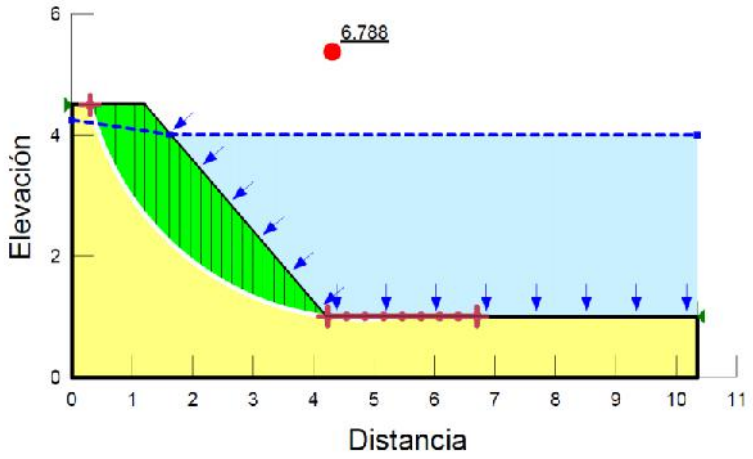
Presión aplicada a la geomembrana debido al agua (P = H.g)	3500.00	Kg/m2
El espesor teórico se calcula por	0.55	mm
Ed = Espesor adicional por degradación de la superficie expuesta (25% de	0.14	mm
Ec = Espesor adicional por acción de equipos de soldadura en campo (20%	0.11	mm
Es = Espesor de seguridad (50% del espesor acumulado)	0.40	mm
El espesor total acumulado resulta (e = t+Ed+Ec+Es) =	1.19	mm
Finalmente, el espesor comercial de la geomembrana requerida es e =	**1.50**	**mm**

Nota. Elaboración propia.

Según la fórmula de la ecuación 63, se realizó el cálculo del espesor de la geomembrana, así como se muestra en la Tabla 75, para finalmente asumir el espesor comercial de la geomembrana: 1.50 mm.

Figura 34

Estabilidad de talud en reservorio



Nota. Elaborado en *software* GeoStudio.

De acuerdo con el análisis realizado, se obtuvo un factor de seguridad (F.S.) igual a 6.788 para el talud del reservorio. Este valor supera ampliamente el mínimo recomendado por la normativa CE 0.20 de suelos y taludes, que es de 1.5 para condiciones estáticas.

Esto indica que el talud presenta una estabilidad muy alta, lo que garantiza que las fuerzas resistentes del suelo superan en gran medida a las solicitantes, incluso bajo condiciones desfavorables. Por lo tanto, no se prevén riesgos de deslizamientos o fallas en el talud en condiciones normales de operación.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Prueba de normalidad

En primer lugar, se plantea la prueba de normalidad para poder determinar si el conjunto de datos estudiados sigue una distribución normal. Es importante determinar, ya que se requiere que los datos sean válidos y confiables. A continuación, se presenta la prueba de normalidad realizada:

Donde:

HO: La distribución de la variable aleatoria no es distinta a la distribución normal.

H1: La distribución de la variable aleatoria es distinta a la distribución normal.

P-valor > 0.05, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos siguen una distribución normal. Si P-valor < 0.05, se rechaza la normalidad y es necesario usar pruebas no paramétricas.

Tabla 76

Prueba de normalidad de variables

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sin propuesta de infraestructura	,161	12	,200*	,969	12	,895
Con propuesta de infraestructura	,260	12	,025	,893	12	,128

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Elaboración propia.

Después del análisis de los datos y considerando que el tamaño de la muestra es menor a 50, se pudo determinar la necesidad de aplicar la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de las variables. Los resultados obtenidos indican que las variables siguen una distribución normal, dado que el p-valor es > α (0.05). En consecuencia, se procederá a emplear la prueba T-Student con el propósito de medir la correlación existente entre las variables analizadas.

4.2.2. Prueba paramétrica T – student para muestra relacionadas

Ho: La propuesta de diseño de infraestructura de riego no redujo el déficit hídrico en el distrito de Pucará, en la provincia de Huancayo, Junín, 2024.

Hi: La propuesta de diseño de infraestructura de riego redujo el déficit hídrico en el distrito de Pucará, en la provincia de Huancayo, Junín, 2024.

Tabla 77

Prueba de muestras relacionadas T - Student

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	D_ANTES - D_DESPUES	-64,70	59,43	17,16	-102,47	-26,94	-3,771	11	,003

Nota. Elaboración propia.

El análisis de la prueba T-Student reveló que la muestra evaluada tuvo puntuaciones medias más elevadas en el coeficiente intelectual (M=-60.70, DE=59.43) en comparación con la muestra normativa de características similares. Los resultados estadísticos indican una diferencia significativa entre ambos grupos ($t(11)= 3.771$, $p<0.005$), lo que sugiere que las variaciones observadas en las puntuaciones no se deben al azar, sino a un efecto real en la muestra analizada.

Con este análisis se da por aceptada la hipótesis de la investigación, la cual indica que: La propuesta de diseño de infraestructura de riego redujo el déficit hídrico en el distrito de Pucará, en la provincia de Huancayo, Junín, 2024.

4.3. Discusión de resultados

Discusión 1: Determinar la topografía del terreno para la reducción del déficit hídrico.

El levantamiento topográfico realizado en el distrito de Pucara, específicamente en la localidad de Marcavalle, permitió identificar los parámetros y características geomorfológicas del terreno en el que se realizó la investigación para su influencia en la disponibilidad hídrica. Los resultados muestran que el lugar de estudio es de forma ondulada y, específicamente, en el lugar donde se ubican los cultivos se dificulta el acceso hídrico de manera natural. Este factor contribuye al déficit hídrico en el lugar de los cultivos. Para ello, el levantamiento topográfico ayuda primordialmente para proponer una infraestructura hídrica y así poder reducir el déficit hídrico del lugar de estudio.

Asimismo, Valverde (2018), en su investigación de título *Diseño del mejoramiento de la infraestructura del canal de riego Ramal Juan Julio Ganoza Vargas sector la Encalada, distrito de Moche-Trujillo, La Libertad,* utiliza también el levantamiento topográfico para reconocer el terreno en el cual va a realizar el mejoramiento de las infraestructuras de riego, mostrando cuán importante es el levantamiento topográfico en las infraestructuras de riego para aumentar la disponibilidad de agua en los cultivos.

Por otro lado, Lobato y Segura (2022) utilizaron la topografía para determinar las condiciones de inicio y el planeamiento de las estructuras hidráulicas, con el fin de mejorar la

condición de los cultivos y aumentar la disponibilidad hídrica en el lugar de estudio. En consecuencia, se estaría reduciendo de cierto modo el déficit hídrico del lugar investigado.

Como se puede observar, el levantamiento topográfico es esencial para conocer cómo se encuentra el terreno que se investigará. Después de ello, se debe utilizar el mismo levantamiento topográfico para proponer estructuras hidráulicas con el fin de aumentar la disponibilidad de agua en los cultivos de cada investigación. Asimismo, reducir el déficit hídrico de las parcelas de cultivo. En este contexto, los autores descritos anteriormente aceptan que el levantamiento topográfico es una parte fundamental en la propuesta de infraestructura hidráulica y, por lo tanto, ayudaría a reducir el déficit hídrico.

Discusión 2: Conocer las características mecánicas del suelo para la reducción del déficit hídrico.

Conocer las características mecánicas del suelo proporcionó una información muy importante para poder proponer y diseñar estructuras hidráulicas en el sistema de riego. Se tomaron muestras en dos puntos: uno en el área destinada para el diseño de una bocatoma, y el otro en el área destinada para el reservorio. Los resultados obtenidos a partir de las muestras fueron: perfil estratigráfico, análisis de granulometría, límites de consistencia, corte directo y capacidad portante. Con ello se pudo diseñar y proponer las estructuras hidráulicas más importantes del sistema de riego, siendo muy beneficioso para reducir el déficit hídrico que se tiene en la zona de estudio y tener un funcionamiento correcto del sistema de riego.

En la misma línea de investigación, Chávez y Salazar (2022) determinaron las características mecánicas del suelo con el fin de poder diseñar una bocatoma y una línea de conducción para un sistema de riego. Se realizaron los ensayos de perfil estratigráfico, ensayo de penetración dinámica ligera, granulometría y capacidad portante, con los cuales se pudo dimensionar las estructuras hidráulicas y así cumplir con el objetivo de diseñar un sistema de riego que reduzca la demanda hídrica del lugar estudiado. Del mismo modo, indirectamente se estaría reduciendo el déficit hídrico.

Valverde (2018) habla sobre lo importante que es el estudio de mecánica de suelos en el diseño de estructuras hidráulicas, ya que es el punto de partida para poder dimensionar cada estructura. Con respecto a su estudio, evalúa también las características del suelo en las líneas de conducción, ya que ello le proporciona más información y así puede obtener una mayor eficiencia en el diseño del sistema de riego.

A ambos autores les resulta importante conocer las características mecánicas del suelo, ya que, a partir de ello, se pueden dimensionar y diseñar estructuras hidráulicas que a su vez van a afectar considerablemente la eficiencia en el recurso hídrico, reduciéndolo y comprobando que las características mecánicas del suelo reducen el déficit hídrico. En consecuencia, se darán por aceptadas las hipótesis planteadas en la presente investigación.

Discusión 3: Realizar el balance hídrico para reducir el déficit hídrico.

De acuerdo al balance hídrico obtenido en la investigación, se pudo determinar la relación que se tiene entre la oferta y la demanda de agua. Con ello se pudo identificar que los periodos de julio y agosto son críticos, ya que la demanda es mayor a la oferta en un 5.35 lts/s de excedencia de demanda en el mes de julio y un 0.43 lts/s de excedencia en la demanda en el mes de agosto.

Para el análisis de la oferta hídrica se utilizó el método de generación de caudal (Lutz Scholz), el cual utiliza la evapotranspiración y datos hidrométricos: el mes de julio es de 8.56 lts/s, siendo el más bajo de todos los meses. Scholz (1980), en su libro titulado *Generación de caudales mensuales en la sierra del Perú*, indica que el nivel de confianza para el uso del método es confiable y muy preciso para la determinación de caudales en las cuencas de la sierra peruana. Además, utiliza los datos hidrométricos y se puede ajustar con aforos en los caudales.

Núñez (2024) realizó un estudio cuyos resultados indican que la metodología propuesta por Lutz Scholz tiene una alta confiabilidad para el cálculo de los caudales medios en una cuenca, lo cual concuerda con lo elaborado en la presente tesis.

Para el análisis de la demanda hídrica se utilizaron los datos meteorológicos, Hargreaves y cálculo de los kc de cultivo. Se obtuvo que los meses que necesitan una demanda mayor de caudal son octubre, noviembre y diciembre con 23.08 lts/s, 38.16 lts/s y 25.69lts/s, respectivamente.

Por otro lado, Vega (2021) realizó el mismo procedimiento para el cálculo de la demanda hídrica y determinó que el riego por aspersión resulta ser más favorable y eficiente; sin embargo, depende de cada lugar de estudio.

Finalmente, se realizó el balance hídrico cuyos resultados muestran que los meses de julio y agosto son los que necesitan de la fuente hídrica, además de planear estrategias efectivas para mitigar ese déficit hídrico que se genera. La implementación de un sistema de riego sería beneficioso para las parcelas que se encuentran ahí, y promovería directamente la sostenibilidad del recurso hídrico.

Discusión 4: Determinar los componentes de riego para reducir el déficit hídrico. Como resultado se tiene un sistema de riego que demuestra ser una solución efectiva que reduce significativamente el déficit hídrico. A partir del análisis de la oferta y la demanda del recurso hídrico, así como también de los estudios básicos como son topografía, mecánica de suelos, se define el sistema de riego minimizando pérdidas hídricas.

Para este estudio se determinó la propuesta de una bocatoma tipo tirolesa, un canal colector, un desarenador, una línea de conducción con tubería, un reservorio de geomembrana y una línea de distribución.

Asimismo, Chávez y Salazar (2022) proponen y diseñan una bocatoma y una línea de conducción para aumentar las hectáreas de riego y tener una disminución del déficit hídrico.

Este estudio concuerda con el objetivo planteado, ya que un sistema de riego aporta mucho en el déficit hídrico.

Valverde (2018) diseña y propone un sistema de riego bajo bocatomas, líneas de conducción con canal revestid. El autor también utiliza el mismo procedimiento y llega a la conclusión que el sistema de riego reduce significativamente el déficit hídrico.

En conclusión, los diseños de sistemas de riego permiten mitigar el déficit hídrico en cada una de las zonas de estudio, ya que garantiza una mayor eficiencia en el uso del agua y mejora la seguridad hídrica para la producción agrícola. Los hallazgos de estas investigaciones permiten afirmar y dar por aceptada la hipótesis respecto de que los componentes de riego reducen el déficit hídrico.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

La propuesta de diseño de una infraestructura de riego para el distrito de Pucará, en la provincia de Huancayo, departamento de Junín, permite reducir el déficit hídrico con un sistema propuesto basado en la captación del recurso hídrico, transporte a través de una línea de conducción y almacenamiento en un reservorio para, finalmente, distribuir a través de las líneas de distribución, así se garantiza el uso eficiente del agua, mejorando su disponibilidad para riego agrícola y beneficiando a la comunidad de Pucará. Los resultados de esta investigación evidencian que la implementación optimiza la gestión del recurso hídrico, reduciendo pérdidas por filtración y evaporación. Asimismo, la propuesta contribuirá con el incremento del área de riego. Sin embargo, el presente estudio abarcó un área limitada. A pesar de la necesidad actual de riego, a nivel del distrito, Pucará tiene más de quinientas hectáreas de riego según la misma comunidad.

De acuerdo al estudio topográfico, se acepta la primera hipótesis debido a que las características presentan un relieve ondulado, lo cual incluye directamente el diseño de la infraestructura. Se concluye que para un área con relieve ondulado en la línea de aducción y conducción se reduce la implementación de cajas rompe presión debido a que el terreno permite un flujo natural del agua evitando estancamientos. Asimismo, este tipo de terreno facilita la captación y el almacenamiento de agua durante las épocas de lluvia.

Se evaluaron las características mecánicas del suelo de la zona de estudio y se llegó a la conclusión que Pucará tiene las condiciones ideales para reducir el déficit hídrico. Según el estudio de suelos, se obtuvo capacidades portantes de 1.87 y 2.27 kg/cm2 para ambas calicatas analizadas. Según el análisis estratigráfico, la textura y capacidad permiten que el agua se filtre y se distribuya de forma eficiente, beneficiando el sistema de riego por aspersión, lo que facilita también a que los mismos agricultores amplíen su área de sembrío e integren una agricultura sostenible y resistente para el futuro cambio climático.

El balance hídrico para el estudio es favorable, ya que la disponibilidad hídrica calculada es suficiente para el área planteada (60 has), lo que permite reducir un 2.5 % de déficit hídrico, ya que las necesidades hídricas en el distrito de Pucará van en aumento. Como se mencionó anteriormente, el presente estudio abarcó un área limitada por falta de financiamiento; sin embargo, el estudio realizado muestra que con la infraestructura planteada mejora el abastecimiento de agua para riego. Los resultados reflejan que el uso de sistemas de riego más eficientes optimiza el uso de agua y mitiga la escasez de agua.

La implementación de una bocatoma, desarenador, línea de conducción, reservorio y línea de distribución permite mejorar la disponibilidad del recurso hídrico, obteniendo un suministro de riego eficaz, optimizando la gestión en los meses de mayor demanda como junio

y julio, y evitando desperdicios temporales de alta disponibilidad de escorrentía. En consecuencia, se garantizará el abastecimiento continuo en épocas de sequía.

Recomendaciones

Se recomienda evaluar más factores que intervengan para que todo el sistema de riego funcione correctamente, así como estudios complementarios que enfoquen profundamente el estudio desde la gestión de financiamiento y, principalmente, la intervención de las entidades gubernamentales y comunidades para garantizar una correcta implementación. Asimismo, se recomienda ampliar el estudio a una mayor extensión de área debido a que, actualmente, la necesidad de Pucará es crítica.

Para una mayor precisión en los estudios, se recomienda usar tecnología avanzada como el uso de herramientas como drones con fotogrametría avanzada UAVs, drones LiDAR con escaneo laser 3D, y estaciones totales de alta precisión para la obtención de datos. Con todo ello se realizará un análisis detallado de las pendientes y curvas de nivel para ubicar las infraestructuras de riego y estudiar detalladamente los patrones de escorrentía natural para diseñar sistemas de drenaje con más exactitud.

Para aumentar la fertilidad del suelo, se recomienda realizar un estudio de manejo sostenible donde se integre la rotación de cultivos y la incorporación de materia orgánica, con el objetivo de realizar un análisis exhaustivo de la retención de agua a largo plazo. Esto no solo optimiza el uso del agua para riego, sino que mejora la resiliencia agrícola combatiendo el cambio climático y asegurando el futuro de la agricultura.

Se recomienda ampliar el estudio a una mayor extensión de terreno debido a que la demanda de riego a nivel de Pucará supera las hectáreas analizadas. Se recomienda también integrar tecnologías de riego eficiente para reducir pérdidas por evaporación e infiltración.

Se recomienda un análisis detallado de los estudios básicos para diseñar bocatoma, desarenador, línea de conducción, reservorio y línea de distribución, como el análisis más detallado de la disponibilidad hídrica y la demanda real de la zona con estaciones meteorológicas más cercanas, considerando variaciones estacionales y proyecciones futuras de uso. Además, se debe proyectar el uso de materiales resistentes y de bajo mantenimiento debido a que la economía del distrito de Pucará actualmente es baja, esto aseguraría la sostenibilidad y eficiencia del sistema. También es fundamental integrar estudios sobre tecnologías de control y monitoreo, como caudalímetros y sensores de nivel, para mejorar la gestión del recurso hídrico y minimizar pérdidas.

Referencias Bibliográficas

1. FAO. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2018. Aumentar la resiliencia climática para la seguridad alimentaria y la nutrición. Roma: FAO, 2018. págs. XIV-XV. ISBN 978-92-5-130841-7.

2. BALBONTIN, C., *et al*. Estado actual del uso y gestión hídrica en el sector agropecuario en países de América Latina y el Caribe (ALC). s.l.: FONTAGRO, 2022. pág. 8.

3. CISNEROS, M. y ÑAUPARI, P. Incremento de la oferta hídrica del periodo de estiaje del rio Santa mediante represamiento de agua del periodo de lluvias en el sector de Conococha. Universidad peruanda de ciencas aplicadas, Lima: 2023.

4. ROSAS, M. y TRUCOS, J. Practicas ambientales de las mujeres campesinas del distrito de Pucará - Huancayo. Universidad nacional del centro del Perú. Huancayo: Prohominum, 2023. págs. 30-49.

5. ARREGUÍN, F. y MURILLO, R. Inventario nacional de presas. Mexico: Tecnologia y ciencias del agua, 2013. 2007-2422.

6. PARIHUANA, F. Factores que inciden en el décifit hídrico para la produccion en la Yarada. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohhmann, Tacna: 2011.

7. IÑIGUEZ, M., OJEDA, W. y DÍAZ, C. La infraestructura hidroagrícola ante escenarios del cambio climático. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Ciudad de Mexico: Tecnologia y ciencias del agua, 2015.

8. VILLANUEVA, D. Criterios hidráulicos para proyectos de tecnologías de microgeneración en infraestructura de riego. Universidad de Chile, Santiago de Chile: 2019.

9. REDONDO, J., *et al.* Análisis y alternativas para paliar el déficit hídrico,en la Demarcación Hidrográfica del Segura (2022-2027),sureste de España. Alicante: Universidad de Alicante, Instituto Interuniversitario de Geografía, 2023. 0213-4691.

10. CARRANZA, A. La gestión de recursos hídricos en un escenario de escasez hídrica como consecuencia del cambio climático. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima: 2019.

11. LLAUCA, H. Estudio del balance hídrico superficial de las cuencas del Anya y del Mchique, Departamento de Junín - Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima: 2014.

12. CHÁVEZ, J. y SALAZAR, L. Diseño de la Bocatoma y línea de conducción del sistema de riego sausal en el sector La Barranca, La Libertad. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima: 2022.

13. MIRANDA, M. y GARCIA DE LA ARENA, J. Propuesta de regla de operación de una presa para atender el déficit hídrico en el periodo de estiaje de los sectores de riego de Cocachacra, Punta de Bombón y Ensenada, mediante modelamiento WEAP. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima: 2023.

14. SERNAQUE, V. Diseño de línea de conducción con fines de abastecimiento de agua para riego entre los sectores Pechichal – Malval, distrito de Corrales. Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes: 2023.
15. LUNA, C. Disminución del déficit hídrico del sector de riego de Cunas del valle del Mantaro mediante el aprovechamiento de los recursos hídricos del período de lluvias en una represa de regulación. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima: 2024.
16. VALVERDE, E. Diseño del mejoramiento de la infraestructura del canal de riego Ramal Juan Julio Ganoza Vargas sector la encalad, distrito de Moche-Trujillo La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo: 2018.
17. LOBATO, W. y SEGURA, E. Evaluación y rediseño de la infraestructura de riego del sector El Ingenio, Distrito de Buenos Aires, Provincia Morropón-Piura. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque: 2022.
18. NUÑEZ, R. Generación de caudales de diseño empleando metologías convencionales con fines hidroenergeticos en la unidad Hidrografica Canipaco, Junin,2022. Universidad Continental, Huancayo: 2024.
19. VEGA, O. Mejoramiento de la Infraestructura de riego para incrementar la eficiencia de riego y aprovechamiento hídrico en la localidad de San Martin, Distrito de la Encañada, Cajamarca. Universidad Nacional Federico Villareal, Lima: 2021.
20. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Lima : Dirección de estudios de proyectos hidráhulicos multisectoriales, 2010.
21. PUERTA, C. Topografía aplicada a la construcción. Bogota : Escuela de ingenieros militares, 2015.
22. DAS, B. Fundamentos de ingeniería geotécnica. Mexico : Cengage, 2014.
23. ORDOÑEZ , J. Balance hídrico superficial. Lima: Primera, 2011.
24. SCHOLZ, L. Generación de Caudales Mensuales en al Sierra del Perú. Cuzco: Plan Meris II, 1980.
25. VASQUEZ, A., *et al.* Fundamentos de la ingeniería de riego. Lima: Biblioteca Nacional del Peru, 2017.
26. GONZALO, H., *et al*. Metodología para el cálculo de índice de escacez de agua superficial. Bogotá: IDEAM, 2004.
27. GARAY, O. Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes Centrales Peruanos. Huancayo: IGP, INIA, UNCP, 2009.
28. MINAGRI. Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego. Lima: MIGRI, DGIAR, 2015.
29. RAMOS, C. DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS. Lima: Fondo Editorial - UNALM, 2014.

30. KROCHIN, S. Diseño hidráulico. Quito: Escuela Politécnica Nacional, 1982.
31. PROAGRO y PRONAR. Criterios de diseño y construcción de obras de captación para riego tomas tirolesa. Cochabamba : Ministerio de medio ambiente y agua, 2010. 99954-708-6-1.
32. LAUTERJUNG, H. y SCHMIDT, G. Planning of water and Hydropower Intake Structures. Germany: Community Development Library, 1989.
33. VILLON, M. Diseño de estructuras hidráhulicas. Lima: Villón, 2005.
34. PEREZ, G. Manual de obras hidráulicas. Lima: s.n., 2016.
35. CHOW, V. Hidráulica de canales abiertos. Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A., 2004. 958-600-228-4.
36. CORONADO, F. Diseño y construcción de canales. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria, 1992.
37. FERNÁNDEZ, D, y otros. Diseño, Construccion, Operación y mantenimiento de un tanque de regulacion de agua potable de concreto reforzado. Mexico: SEGARPA, 2015.
38. COLOMBIA, MEXICHEM. Manual de diseño con geosintéticos. Bogotá: Norte Gráfico, 2012.
39. AGUIRRE, E. Diseño hidráulico de la línea de conducción para uso de riego en la comunidad Antahurán. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima: 2022.
40. HUAYLLA, L. Sistemas de Riego Tecnificado. Bolivia: Instituto de Capacitacion del Oriente, 2019.
41. ALLEN, R., *et al*. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. s.l.: Estudio FAO riego y drenaje, 1998.
42. GALVAN, M., *et al.* Déficit hídrico en planta, acumulación de biomasa y área foliar en tres etapas vegetativas en fríjol común. Texcoco: Agricultura Técnica en México, 2003.
43. DIRECCIÓN NACIONAL DE PROSPECTIVA Y ESTUDIOS ESTRATÉGICOS. Estudio prospectivo sobre el estrés hídrico y la inseguridad alimentaria en el Perú. Lima : Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2023.
44. COVARRUBIAS, A. Sobrevivir al estrés: cómo responden las plantas a la falta de agua. México: Revista Biotecnología, 2007. págs. 252-262.
45. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. Ley de Recursos Hidrico: ley N°29338. Perú : Ediciones ANA, 2019.
46. HERNÁNDEZ, A., *et al*. Metodología de la investigación científica. Primera. Alicante: Área de innovación y desarrolo S. L., 2018.
47. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. Metodología de la investigación. Mexico: McGraw-Hill, 2022.
48. BAENA, G. Metodología de la Investigación. Mexico: Grupo Editorial Patria, 2014.
49. SUPO, J. Metodologia de la Investigación. Lima: Editora y Distribuidora Roca, 2018.

50. CARO, L. 7 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos. S.F. s.l.: Universidad De Guadalajara.
51. HURTADO, L. Fundamentos de riego. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Panel fotográfico

Anexo 03: Certificado de calibración de equipo topográfico

Anexo 04: Certificado de calibración de equipos de laboratorio de suelos

Anexo 05: Certificado de ensayo de mecánica de suelos

Anexo 06: Planos

Anexo 1: Matriz de consistencia

<table>
<tr><th colspan="7">Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, en la provincia de Huancayo, Junín, 2024.</th></tr>
<tr><th>PROBLEMA</th><th>OBJETIVO</th><th>HIPOTESIS</th><th>VARIABLE</th><th>DIMENSIONES</th><th>INDICADORES</th><th>METODOLOGIA</th></tr>
<tr><td rowspan="2">¿Cómo elaborar una propuesta de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?</td><td rowspan="2">Elaborar una propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.</td><td rowspan="2">La propuesta de infraestructura de riego redujo el déficit hídrico, basado en una captación, línea de conducción, reservorio y líneas de distribución en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.</td><td rowspan="3">V1: Déficit Hídrico</td><td>Disponibilidad hídrica</td><td>Precipitación total mensual, precipitación máxima en 24 horas, temperatura media mensual, humedad relativa mensual.</td><td rowspan="6">Método: Científico
Tipo: Aplicado
Nivel: Predictivo
Diseño: No experimental - transversal

Población: Infraestructuras hídricas en el distrito de Pucará
Muestra: 60 has de terreno agrícola afectadas por el déficit hídrico en el distrito de Pucará</td></tr>
<tr><td>Demanda hídrica</td><td>Evapotranspiración, superficie irrigada eficiencia de riego</td></tr>
<tr><td>PROBLEMAS ESPECIFICOS</td><td>OBJETIVOS ESPECIFICOS</td><td>HIPOTESIS ESPECIFICAS</td><td>Topografía</td><td>Plano, ondulado, accidentado y escarpado</td></tr>
<tr><td>¿Cuál es la topografía del terreno para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?</td><td>Determinar la topografía del terreno para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024</td><td>La topografía del terreno se caracteriza por pendientes moderadas, lo que permite un diseño eficiente de infraestructura de riego que reduce el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.</td><td rowspan="4">V2: Infraestructura de riego</td><td>Características Mecánicas del Suelo</td><td>Granulometría, capacidad portante</td></tr>
<tr><td>¿Cuáles son las características mecánicas del suelo para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?</td><td>Determinar las características mecánicas del suelo para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024</td><td>Las características mecánicas del suelo presentan propiedades geotécnicas favorables y son aptas para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.</td><td>Balance Hídrico</td><td>Caudal de oferta, Caudal de demanda</td></tr>
<tr><td>¿Cuál es el resultado del balance hídrico para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?</td><td>Realizar el balance hídrico para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024</td><td>El balance hídrico resulta favorable para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.</td><td>Componentes de riego</td><td>Captación, línea de conducción, reservorio y línea de distribución</td></tr>
<tr><td>¿Cuáles son los componentes de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024?</td><td>Determinar los componentes de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024</td><td>Un sistema de captación, conducción y almacenamiento de agua reduce el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.</td></tr>
</table>

ANEXO N°02 Panel Fotográfico



Fotografía N°01. Coordinación para levantamientos de campo



Fotografía N°02. Ubicación de lugar de aforo de agua



Fotografía N°03. Aforo de agua de quebrada Pataccha



Fotografía N°04. Colocación de BM N°1 para levantamiento topográfico del estudio



Fotografía N°05. Levantamiento topográfico del estudio



Fotografía N°06. Levantamiento topográfico del estudio en quebrada Pataccha



Fotografía N°07. Calicata N°1 Captación (Bocatoma)



Fotografía N°08. Medición de calicata N°1 Captación (Bocatoma)



Fotografía N°09. Excavación de calicata N°2 (Reservorio)



Fotografía N°10. Extracción de muestra de calicata N°2 (Reservorio)



Fotografía N°11. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°12. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°13. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°14. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°15. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°16. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°17. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°18. Ensayo de granulometría correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°19. Ensayo de límites de Atterberq correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°20. Ensayo de límites de Atterberq correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°21. Ensayo de límites de Atterberq correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°22. Ensayo de límites de Atterberq correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°23. Ensayo de límites de Atterberq, copa de Casagrande



Fotografía N°24. Ensayo de límites de Atterberq correspondiente a la calicata N° 01



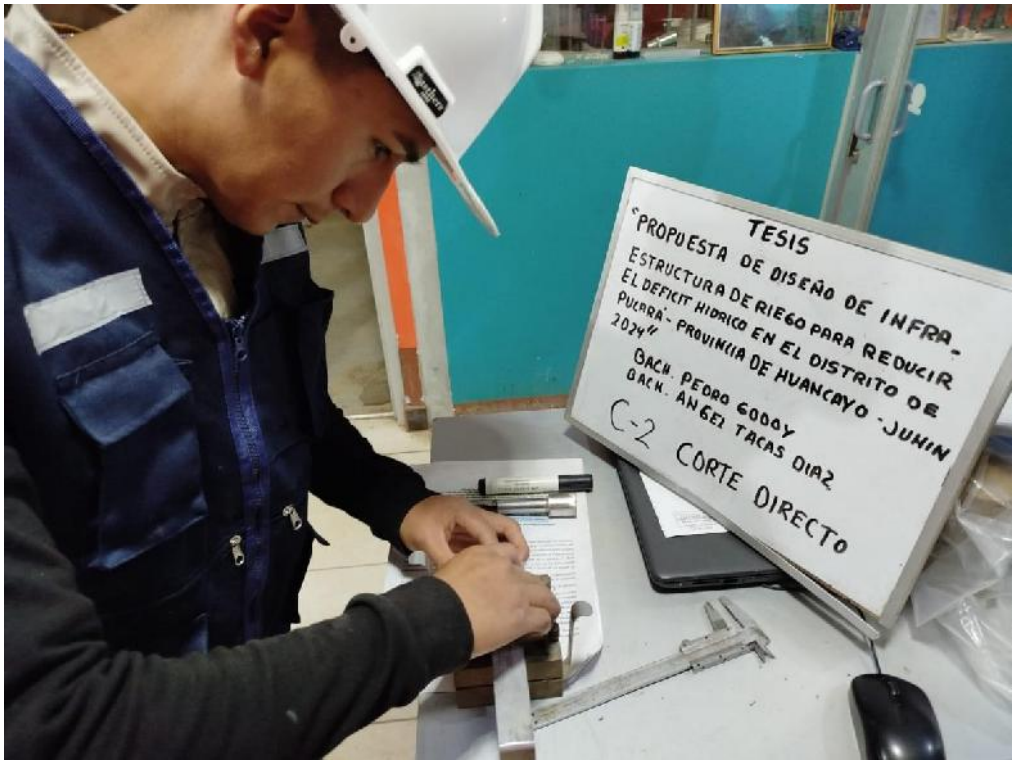
Fotografía N°25. Ensayo de límites de Atterberq correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°26. Ensayo de límites de Atterberq correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°27. Ensayo de corte directo correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°28. Ensayo de corte directo correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°29. Ensayo de corte directo correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°30. Ensayo de corte directo correspondiente a la calicata N° 02



Fotografía N°31. Ensayo de corte directo correspondiente a la calicata N° 01



Fotografía N°32. Ensayo de corte directo correspondiente a la calicata N° 01

CONIBE GROUP S.A.C.
TOPOGRAFÍA & GEODESIA

ventas@conibe.com
vilma@conibe.com
marketing@conibe.com

980 097 503 / 975 698 509
995 950 258 / 924 827 537
940 795 409

- Av. Petit Thouars Nº 1377 - Of. 102,- Lima.
- Av. Gerardo Unger 389, 3do piso Of. 303 (Frente Universidad la UNE) SMP- Lima.

CERTIFICADO DE CALIBRACION

DATOS DEL EQUIPO

Nombre	: ESTACION TOTAL	**Precisión Angular**	: 5"	
Marca	: LEICA	**Alcance de compensador**	: +/- 4'	
Modelo	: TS03 – 5" R500	**Precisión de distancia**	: 1 mm + 1,5 ppm	
		Tiempo de medición Fino	: 1 mm + 1,5 ppm (normalmente 2,4 s)	
Serie	: 3337761	**Tiempo de medición Rápido**	: 2 mm + 1,5 ppm (normalmente 2 s)	
		Tiempo de medición Continuo	: 3 mm + 1,5 ppm (normalmente < 0,15 s)	
		Alcance	: Prisma: 1,5m a 3,500 m No Prisma: R500	

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Nro. : 027-158/24
Fecha : 29/08/2024

ENTIDAD CERTIFICADORA: **CONIBE GROUP S.A.C.**

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un colimador TOPCON con telescopio de 32x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01"; que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM 2A precisión al 01" con el método de lectura Directa-Inversa.

Para controlar y calibrar la constante promedio en las Distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total Marca TOPCON modelo GPT-3002W nueva de precisión en distancia de +/- (2mm + 2 ppm x D) m.s.e. = línea de la medida.

El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cimiento específico a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.

Las distancias son medidas con la Estación total instalada en una base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un tripode KERN de bastón centrador en cada punto de control establecido, tomando en consideración la temperatura y la presión atmosférica.

MEDICIONES DE PATRON		MEDICIONES ANGULARES	DIF.
ANG. HZ:	00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"	00"
ANG. V:	90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"	00"
INCERTIDUMBRE : ANGULARES +/- 02" Distancias +/- 03mm			

NORMA APLICADA

Desviación estándar basada en la norma ISO 17123-3 ISO 17123-4 Rango > 500m 4mm+2ppm para Estación TS-06 PLUS 2" fabricada por **LEICA Geosystems.**

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
29/08/2024		X	06 meses	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	Obra
CONIBE GROUP S.A.C. DPTO. TECNICO Firma y Sello	**GRUPO UNION ASESORES SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA** **RUC.: 20600570693**	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°1JKO-2024 GLT

Fecha de Emisión : 2024-06-03

1. SOLICITANTE : GEOLUMAS S.A.C.

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : **METROTEST**

MODELO : MS-H1

NÚMERO DE SERIE : 754

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

Descripción del Termometro del Equipo

Tipo : Digital
Alcance de Indicación : 10 °C a 250 °C
División de Escala : 1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2024-05-31

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C, no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostatico", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2	20,2
Humedad Relativa %HR	30	30

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CT - 1167 - 2023

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°1JKO-2024 GLT

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C

Tiempo	Termómetro del equipo	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom.	Tmax-Tmin.
(min)	(°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(°C)	(°C)
00	106	109,6	117,0	113,7	111,7	113,5	104,2	104,2	104,2	104,7	109,8	109,3	12,8
02	107	110,0	118,2	114,9	112,4	114,3	103,7	106,8	106,8	104,6	110,3	110,2	14,5
04	107	110,1	118,2	114,9	112,3	114,3	103,7	102,0	102,0	104,5	110,1	109,2	16,2
06	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
08	107	109,8	118,0	103,1	112,2	113,7	103,4	94,7	94,7	104,5	109,5	106,4	23,3
10	107	109,9	118,0	104,6	112,1	113,9	103,6	99,2	99,2	104,3	109,3	107,4	18,8
12	107	110,0	118,2	114,9	112,4	114,3	103,7	106,8	106,8	104,6	110,3	110,2	14,5
14	107	110,1	118,2	114,9	112,3	114,3	103,7	102,0	102,0	104,5	110,1	109,2	16,2
16	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
18	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
20	107	109,8	118,0	103,1	112,2	113,7	103,4	94,7	94,7	104,5	109,5	106,4	23,3
22	107	109,9	118,0	104,6	112,1	113,9	103,6	99,2	99,2	104,3	109,3	107,4	18,8
24	107	110,0	118,2	114,9	112,4	114,3	103,7	106,8	106,8	104,6	110,3	110,2	14,5
26	107	109,8	118,0	103,1	112,2	113,7	103,4	94,7	94,7	104,5	109,5	106,4	23,3
28	107	109,9	118,0	104,6	112,1	113,9	103,6	99,2	99,2	104,3	109,3	107,4	18,8
30	107	110,0	118,2	114,9	112,4	114,3	103,7	106,8	106,8	104,6	110,3	110,2	14,5
32	107	110,1	118,2	114,9	112,3	114,3	103,7	102,0	102,0	104,5	110,1	109,2	16,2
34	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
36	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
38	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
40	107	109,8	118,0	103,1	112,2	113,7	103,4	94,7	94,7	104,5	109,5	106,4	23,3
42	107	109,9	118,0	104,6	112,1	113,9	103,6	99,2	99,2	104,3	109,3	107,4	18,8
44	107	110,0	118,2	114,9	112,4	114,3	103,7	106,8	106,8	104,6	110,3	110,2	14,5
46	107	109,8	118,0	103,1	112,2	113,7	103,4	94,7	94,7	104,5	109,5	106,4	23,3
48	107	110,0	118,2	114,9	112,4	114,3	103,7	106,8	106,8	104,6	110,3	110,2	14,5
50	107	110,1	118,2	114,9	112,3	114,3	103,7	102,0	102,0	104,5	110,1	109,2	16,2
52	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
54	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
56	107	110,0	118,2	114,2	112,1	114,0	103,5	101,4	101,4	104,1	110,2	108,9	16,8
58	107	109,8	118,0	103,1	112,2	113,7	103,4	94,7	94,7	104,5	109,5	106,4	23,3
60	107	110,0	118,2	114,9	112,4	114,3	103,7	106,8	106,8	104,6	110,3	110,2	14,5
T. PROM.	107,0	109,9	118,1	111,0	112,2	114,0	103,6	101,2	101,2	104,4	109,9	108,6	
T. MAX	107,0	110,1	118,2	114,9	112,4	114,3	104,2	106,8	106,8	104,7	110,3		
T.MIN	106,0	109,6	117,0	103,1	111,7	113,5	103,4	94,7	94,7	104,1	109,3		
DTT	1,0	0,5	1,2	11,8	0,7	0,8	0,8	12,1	12,1	0,6	1,0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,2	0,3
Mínima Temperatura Medida	94,7	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	12,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	16,9	0,3
Estabilidad Medida (±)	6,05	0,04
Uniformidad Medida	23,3	0,3

T: PROM: Promedio de la tempratura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T.MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

G&L LABORATORIO SAC METROLOGÍA TEMPERATURA

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

La calibración se realizó con carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO



G&L LABORATORIO METROLOGÍA SUPERVISOR DE LABORATORIO

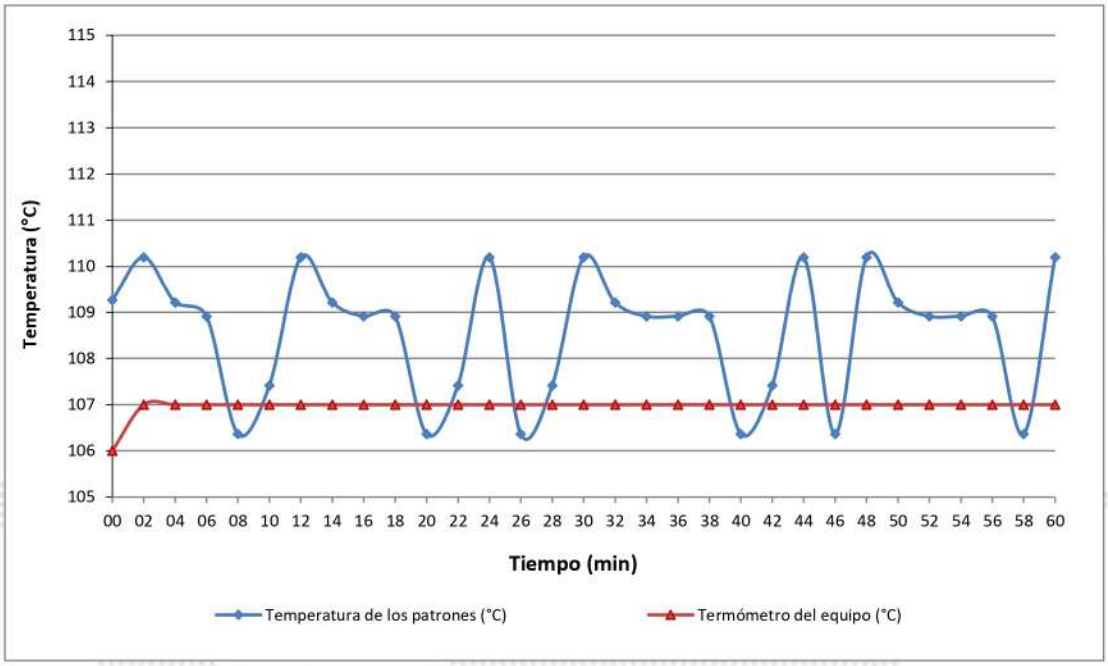
LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC TEMPERATURA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

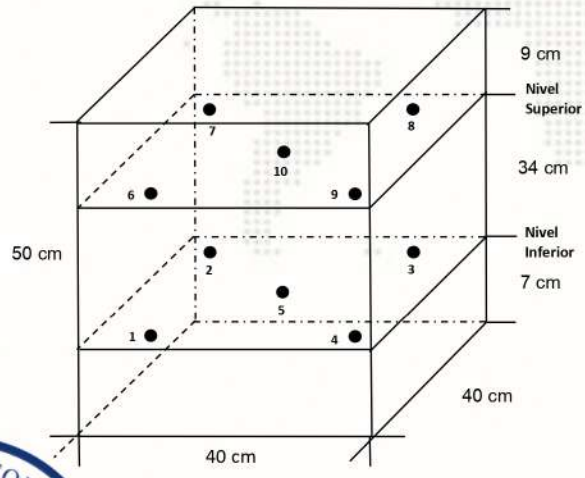
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°1JKO-2024 GLT

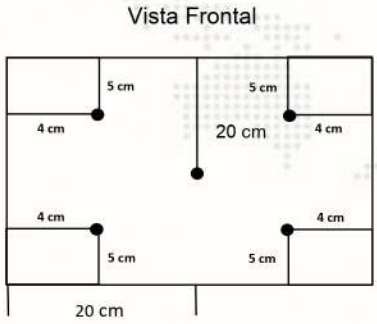
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES





Los termopares del 1 al 5 se ubicaron a 1,5 cm por debajo del nivel inferior.
Los termopares del 6 al 10 se ubicaron a 7,0 cm por encima del nivel superior.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC TEMPERATURA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1JT0-2024 GLM

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

MARCA	: OHAUS
MODELO	: SE602F
NÚMERO DE SERIE	: 7139460408
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 600 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0,01 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,01 g
PROCEDENCIA	: USA
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN**
LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C MASA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por:
YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,1 ºC	20,2 ºC
Humedad Relativa	30 %	30 %

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **DM - INACAL**	Pesas (Exactitud E2)	LM - C - 432 - 2023

7. OBSERVACIONES

Para 600 g la balanza indicó 599,95 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,1	20,2

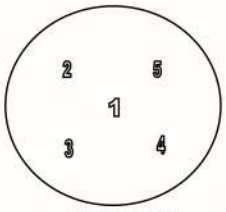
Medición Nº	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I(g)	Δ L (g)	E (g)	I(g)	Δ L (g)	E (g)
1	300,00	0,005	0,000	600,00	0,003	0,002
2	300,00	0,005	0,000	600,00	0,005	0,000
3	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,005	0,000
4	300,00	0,003	0,002	600,00	0,005	0,000
5	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,003	0,002
6	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,003	0,002
7	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,005	0,000
8	300,00	0,004	0,001	600,00	0,004	0,001
9	300,00	0,005	0,000	600,00	0,004	0,001
10	300,00	0,004	0,001	600,00	0,004	0,001
Diferencia Máxima			0,004			0,002
Error máximo permitido	±	0,03 g		±	0,03 g	

SUPERVISOR DE LABORATORIO

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC MASA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1JT0-2024 GLM



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,2	20,2

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	I(g)	Δ L (g)	Eo(mg)	Carga L (g)	I(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,00	0,004	0,001	200,00	200,00	0,002	0,003	0,002
2		1,00	0,006	-0,001		200,00	0,005	0,000	0,001
3		1,00	0,008	-0,003		200,01	0,006	0,009	0,012
4		1,00	0,003	0,002		200,01	0,008	0,007	0,005
5		1,00	0,004	0,001		200,00	0,004	0,001	0,000

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,02 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,2	20,2

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	I(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	I(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,00	0,005	0,000						0,01
5,00	5,00	0,004	0,001	0,001	5,00	0,007	-0,002	-0,002	0,01
10,00	10,00	0,006	-0,001	-0,001	10,00	0,004	0,001	0,001	0,01
20,00	20,00	0,005	0,000	0,000	20,00	0,006	-0,001	-0,001	0,01
50,00	50,00	0,004	0,001	0,001	50,00	0,005	0,000	0,000	0,01
100,00	100,00	0,004	0,001	0,001	100,00	0,004	0,001	0,001	0,02
200,00	200,00	0,005	0,000	0,000	200,00	0,007	-0,002	-0,002	0,02
300,00	300,00	0,008	-0,003	-0,003	300,00	0,006	-0,001	-0,001	0,03
400,00	400,00	0,006	-0,001	-0,001	400,00	0,004	0,001	0,001	0,03
500,00	500,00	0,005	0,000	0,000	500,00	0,007	-0,002	-0,002	0,03
600,00	600,00	0,008	-0,003	-0,003	600,00	0,005	0,000	0,000	0,03

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregida} = R + 3{,}10E\text{-}06 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{1{,}97E\text{-}05\ g^2 + 2{,}09E\text{-}10 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10^{-5})

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC MASA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1K1C-2024 GLM

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

MARCA	: OHAUS
MODELO	: R31P30
NÚMERO DE SERIE	: 8343030108
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 30000 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 1 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 10 g
PROCEDENCIA	: CHINA
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN**
LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

G&L LABORATORIO S.A.C SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C MASA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por:
YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 ºC	20,4 ºC
Humedad Relativa	32 %	32 %

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **DM - INACAL**	Pesas (Exactitud E2)	LM - C - 432 - 2023
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pesas (Exactitud M2)	CM - 1988 - 2023 CM - 1989 - 2023 CM - 1990 - 2023

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29998 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	TIENE		

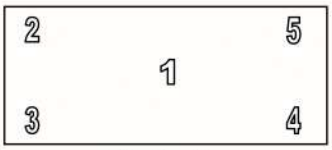
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,4	20,4

Medición Nº	Carga L1=	15 000 g		Carga L2=	30 000 g	
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,2	0,3
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,3	0,2
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,2	0,3
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,3	0,2
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,2	0,3
Diferencia Máxima			0,2			0,6
Error máximo permitido	±	20 g		±	30 g	

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1K1C-2024 GLM



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,4	20,4

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación del Error corregido				
	Carga minima (g)	I(g)	ΔL(g)	Eo(g)	Carga (g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)
1	10	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,4	0,1	0,1
2		10	0,4	0,1		10 000	0,6	-0,1	-0,2
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,7	-0,2	-0,1
4		10	0,7	-0,2		10 000	0,4	0,1	0,3
5		10	0,4	0,1		10 000	0,5	0,0	-0,1

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	20,4	20,4

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	±(g)
10	10	0,8	-0,3						10
50	50	0,7	-0,2	0,1	50	0,7	-0,2	0,1	10
100	100	0,6	-0,1	0,2	100	0,7	-0,2	0,1	10
500	500	0,6	-0,1	0,2	500	0,6	-0,1	0,2	10
1 000	1 000	0,6	-0,1	0,2	1 000	0,6	-0,1	0,2	10
5 000	5 000	0,8	-0,3	0,0	5 000	0,7	-0,2	0,1	10
10 000	10 000	0,6	-0,1	0,2	10 000	0,8	-0,3	0,0	20
15 000	15 000	0,7	-0,2	0,1	15 000	0,4	0,1	0,4	20
20 000	20 000	0,8	-0,3	0,0	20 000	0,8	-0,3	0,0	20
25 000	25 000	0,8	-0,3	0,0	25 000	0,6	-0,1	0,2	30
30 000	30 000	0,4	0,1	0,4	30 000	0,5	0,0	0,3	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregida} = R - 9{,}03E\text{-}06 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{2{,}37E\text{-}01\ g^2 + 1{,}37E\text{-}10 \times R^2}$$

Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10^{-5})

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC MASA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN Nº 1JYK-2024 GLML

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

   DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **CAZUELA CASAGRANDE MANUAL**

MARCA	: TAMIEQUIPOS LTDA	PROCEDENCIA	: COLOMBIA
MODELO	: TCP005	IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 925	TIPO	: NO APLICA
ALCANCE DE	: NO APLICA	UBICACIÓN	: LABORATORIO
DIV. DE ESCALA	: NO APLICA		
FECHA DE VERIFICACIÓN	: 2024-05-31		

3. **PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**
   Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. **LUGAR DE INSPECCIÓN**
   La verificación se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
   JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

5. **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,2 °C	18,2 °C
Humedad Relativa %HR	32%	32%

6. **TRAZABILIDAD**
   Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Balanza Electrónica Clase II	CM - 1099 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. **OBSERVACIONES**
   (*) Serie indicado en una etiqueta adherida al equipo.
   El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTMD 4318 / NTC 4630

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología
G & L LABORATORIO S.A.C

TRAZABILIDAD: G&L LABORATORIO S.A.C. Asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección.

(*) Este certificado de inspección expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. MASA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

8. RESULTADOS

CARACTERISTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	215,47	g
Espesor de la copa	1,92	mm
Profundidad de la copa	27,35	mm
Altura de la base	52,34	mm
Ancho de la base	124,29	mm
Longitud de la base	150,21	mm

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC MASA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

1K6W-2024 GLF

Objeto de Prueba *Test Object*	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN
Instrumento *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO Y RESIDUAL
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PS-107D
Número de Serie *Serial Number*	229
Identificación Interna *Internal Identificación*	NO INDICA
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	2500 N
División de Escala *Scale Division*	0,2 N
Solicitante *Customer*	GEOLUMAS S.A.C.
Dirección *Address*	JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO
Ciudad *City*	HUANCAYO
Fecha de calibración *Date of calibration*	2024-05-31
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024-06-03

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 5
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología G&L Laboratorio no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the G&L Laboratorio Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología de G&L Laboratorio S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

DATOS TÉCNICOS

Instrumento Bajo Calibración (IBC)		Instrumento(s) de Referencia	
Clase según ISO 7500-1	0,5	Instrumento	Celda de Carga Tipo "S" 500kg
Clase según ISO 376	No Identificable	Marca	OHAUS // KELI
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	T31P // A-FED
Tipo de Indicación	Digital	Clase ISO 7500-1	0,05
División de Escala	0,2 N	Número de Serie	B632871732 // AHK2580
Resolución	0,2 N	Certificado de Calibración	CC – 0194 – 2023
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10% al 100% de la carga máxima	Fecha Calibración	2023 – 11 – 07
Límite Superior de Calibración	2500 N	Termohigrómetro	EUROTECH // GL-THD02 CT-1022-2024 // CT-1024-2024

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ABNT NBR 8197:2021 "Materiais Metálicos - Calibração de Instrumentos de Medição de Força de Uso Geral", en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 3°C durante cada serie de medición.

Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general del equipo y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación.

Tabla 1.

Indicaciones como se encuentra el equipo previo al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3		Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente	$S_{1,2\,y\,3}$	q	b
%	N	N	N	N	N	%	%
20	500	584,48	584,97	584,97	584,80	-14,50	0,08
60	1500	1761,27	1819,62	1790,20	1790,37	-16,22	3,26
100	2500	2935,13	2866,97	2901,30	2901,13	-13,83	2,35

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega el equipo posterior al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
%	N	N	N	----	N	----	N
10	250	250,56	250,07	----	250,56	----	250,40
20	500	500,14	499,65	----	499,65	----	499,81
30	750	750,21	751,86	----	751,28	----	751,12
40	1000	998,32	1001,47	----	1001,15	----	1000,31
50	1250	1251,82	1252,31	----	1252,31	----	1252,15
60	1500	1499,44	1499,44	----	1499,93	----	1499,60
70	1750	1750,49	1750,98	----	1750,98	----	1750,81
80	2000	2001,05	2000,07	----	2000,56	----	2000,56
90	2250	2250,14	2250,63	----	2250,63	----	2250,46
100	2500	2498,73	2499,23	----	2499,23	----	2499,06
Ind. después de Carga		0,00	0,00	----	0,00	----	----

Técnico de Calibración: Euler Tiznado Becerra

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología
de G&L Laboratorio S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA · G&L LABORATORIO SAC · FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

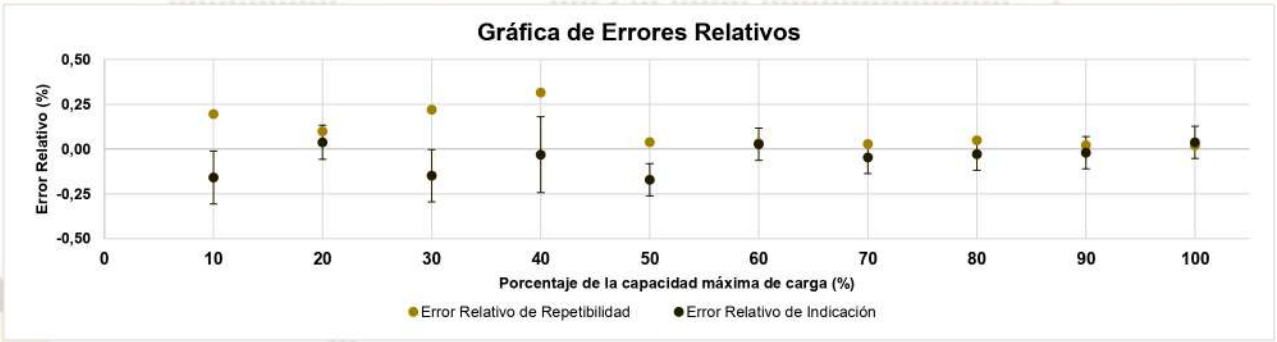
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 3.
Error relativo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual.

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 4.
Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza.

Indicación del IBC		Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida	
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios			
		q	*b*	*v*	*Acces.*	*a*	*U*	
%	N	%	%	%	%	%	N	%
10	**250**	-0,158	0,196	----	----	0,016	0,370	0,148
20	**500**	0,038	0,098	----	----	0,008	0,476	0,095
30	**750**	-0,149	0,220	----	----	0,005	1,096	0,146
40	**1000**	-0,031	0,316	----	----	0,004	2,120	0,212
50	**1250**	-0,171	0,039	----	----	0,003	1,125	0,090
60	**1500**	0,027	0,033	----	----	0,003	1,350	0,090
70	**1750**	-0,046	0,028	----	----	0,002	1,575	0,090
80	**2000**	-0,028	0,049	----	----	0,002	1,800	0,090
90	**2250**	-0,021	0,022	----	----	0,002	2,025	0,090
100	**2500**	0,038	0,020	----	----	0,002	2,250	0,090



CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C. ubicado en la ciudad de HUANCAYO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	20,4°C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	20,4°C
Humedad Relativa Máxima:	30% HR	**Humedad Relativa Mínima:**	30% HR

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA
Jhon Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología
G&L Laboratorio S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	---	R^2
8,6222E-02	1,0004E+00	6,7543E-07	-3,8030E-10		1,0000E+00

Ecuación 1: donde F (N) es la fuerza calculada y X (N) es el valor de deformación evaluado.

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (N)

Indicación N	0	25	50	75	100
250	250,22	275,23	300,25	325,27	350,28
375	375,30	400,32	425,34	450,36	475,38
500	500,39	525,41	550,43	575,45	600,47
625	625,49	650,51	675,53	700,55	725,57
750	750,59	775,60	800,62	825,64	850,66
875	875,68	900,69	925,71	950,72	975,74
1000	1000,76	1025,77	1050,78	1075,80	1100,81
1125	1125,82	1150,83	1175,84	1200,85	1225,86
1250	1250,87	1275,87	1300,88	1325,88	1350,89
1375	1375,89	1400,89	1425,89	1450,89	1475,89
1500	1500,88	1525,88	1550,87	1575,86	1600,86
1625	1625,85	1650,83	1675,82	1700,81	1725,79
1750	1750,77	1775,75	1800,73	1825,71	1850,68
1875	1875,65	1900,63	1925,60	1950,56	1975,53
2000	2000,49	2025,45	2050,41	2075,37	2100,33
2125	2125,28	2150,23	2175,18	2200,13	2225,07
2250	2250,01	2274,95	2299,89	2324,83	2349,76
2375	2374,69	2399,62	2424,54	2449,46	2474,38
2500	2499,30				

Tabla 7.
Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio $S_{1,2y3}$ N	Por Interpolación N	Residuales N
250	250,40	250,22	-0,18
500	499,81	500,39	0,58
750	751,12	750,59	-0,53
1000	1000,31	1000,76	0,44
1250	1252,15	1250,87	-1,28
1500	1499,60	1500,88	1,28
1750	1750,81	1750,77	-0,04
2000	2000,56	2000,49	-0,06
2250	2250,46	2250,01	-0,45
2500	2499,06	2499,30	0,24

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología de G&L Laboratorio S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una clase de instrumento de medición de fuerza de acuerdo con la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 y la sección 8 de la Norma ISO 376:2011.

	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 7500-1:2018				
Clase	Indicación	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad	Resolución Relativa
0,5	0,50	0,50	0,05	0,75	0,25
1	1,00	1,00	0,10	1,50	0,50
2	2,00	2,00	0,20	3,00	1,00
3	3,00	3,00	0,30	4,50	1,50

	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 376:2011			
Clase	Reproducibilidad	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad
0	0,05	0,025	0,012	0,07
0,5	0,10	0,050	0,025	0,15
1	0,20	0,100	0,050	0,30
2	0,40	0,200	0,100	0,50

OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento.
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "En circunstancias normales, la calibración debe realizarse a intervalos de no más de 12 meses. Este rango puede variar según el tipo de instrumento de medición de fuerza de propósito general, el mantenimiento y la severidad del uso." (ABNT NBR 8197:2021)
4. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
8. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración **No. 1K6W-2024 GLF**

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Tapia Villanueva
Jefe Departamento de Metrología
G&L Laboratorio S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1KF8-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCION : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: FORNEY
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 3/4"BS8F611406
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TAMIZ	: 3/4"
PROCEDENCIA	: NO INDICA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

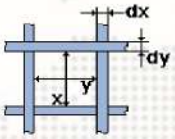
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (y)	19,00	18,95	0,05	0,023
VERTICAL (x)		18,99	0,01	0,026

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (dy)	3,15	3,42	-0,27	0,006
VERTICAL (dx)		3,40	-0,25	0,010

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1KI0-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: FORNEY
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 1/2"BS8F5996537
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TAMIZ	: 1/2"
PROCEDENCIA	: NO INDICA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

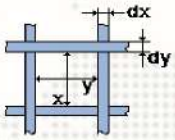
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,1 °C	20,1 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (y)	12,50	12,40	0,10	0,026
VERTICAL (x)		12,40	0,10	0,015

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (dy)	2,50	2,73	-0,23	0,006
VERTICAL (dx)		2,74	-0,24	0,012

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1KKS-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCION : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: GRANOTEST
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 4225
IDENTIFICACION	: NO INDICA
TAMIZ	: 3/8"
PROCEDENCIA	: COLOMBIA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

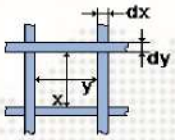
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (y)	9,50	9,18	0,32	0,123
VERTICAL (x)		9,36	0,14	0,103

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (dy)	2,25	2,51	-0,26	0,015
VERTICAL (dx)		2,02	0,23	0,010

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1KNK-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA : GRANOTEST

MODELO : NO INDICA

NÚMERO DE SERIE : 4158

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TAMIZ : 1/4"

PROCEDENCIA : COLOMBIA

UBICACIÓN : LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

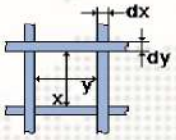
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2 °C	20,1 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (y)	6,30	6,24	0,06	0,131
VERTICAL (x)		6,25	0,05	0,153

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (dy)	1,80	2,02	-0,22	0,010
VERTICAL (dx)		2,03	-0,23	0,012

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1KQC-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: GRANOTEST
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 4374
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TAMIZ	: N° 4
PROCEDENCIA	: NO INDICA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores si no firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

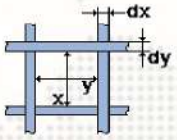
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (y)	4,75	4,80	-0,04	0,072
VERTICAL (x)		4,80	-0,04	0,066

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (dy)	1,60	1,51	0,09	0,006
VERTICAL (dx)		1,51	0,09	0,006

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1KT4-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCION : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: GRANO TEST
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 5911
IDENTIFICACION	: NO INDICA
TAMIZ	: N° 10
PROCEDENCIA	: NO INDICA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

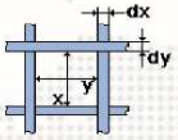
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (y)	2,00	2,06	-0,06	0,036
VERTICAL (x)		2,08	-0,08	0,061

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
HORIZONTAL (dy)	0,91	0,90	0,01	0,006
VERTICAL (dx)		0,89	0,01	0,006

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1KVW-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCIÓN : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA : GRANOTEST

MODELO : NO INDICA

NÚMERO DE SERIE : 59406

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TAMIZ : N° 20

PROCEDENCIA : NO INDICA

UBICACIÓN : LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

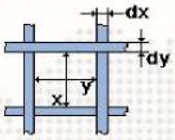
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (y)	850,00	883,15	-33,15	25,693
VERTICAL (x)		868,09	-18,09	11,805

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (dy)	505,00	480,31	24,69	4,808
VERTICAL (dx)		463,44	41,57	0,219

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1KYO-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCION : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: FORNEY
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 40BS8F613559
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TAMIZ	: N° 40
PROCEDENCIA	: NO INDICA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

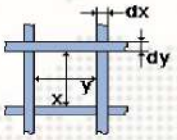
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (y)	425,00	442,39	-17,39	7,561
VERTICAL (x)		445,67	-20,67	1,299

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (dy)	280,00	236,65	43,35	0,693
VERTICAL (dx)		238,05	41,96	0,148

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
• La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 con un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1L48-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCION : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: GRANOTEST
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 38193
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TAMIZ	: N° 200
PROCEDENCIA	: NO INDICA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

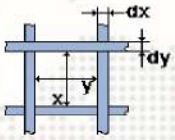
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,1 °C	20,1 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (y)	75,00	83,72	-8,72	1,978
VERTICAL (x)		80,60	-5,60	0,616

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (dy)	50,50	43,25	7,25	1,230
VERTICAL (dx)		41,88	8,62	1,075

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1L1G-2024 GLL

FECHA DE EMISIÓN : 2024-06-03

1. **SOLICITANTE** : **GEOLUMAS S.A.C.**

DIRECCION : JR. 28 DE OCTUBRE NRO. 429 URB. LA LORA JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TAMIZ**

MARCA	: GRANOTEST
MODELO	: NO INDICA
NÚMERO DE SERIE	: 93373
IDENTIFICACIÓN	: NO INDICA
TAMIZ	: N° 140
PROCEDENCIA	: NO INDICA
UBICACIÓN	: LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO DE GEOLUMAS S.A.C.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2024-05-31

3. **MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. **OBSERVACIONES**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- **G&L LABORATORIO S.A.C**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores sin firmas y sellos.

SUPERVISOR DE LABORATORIO

Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO SAC LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Firmado Digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 03/06/2024 17:37:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

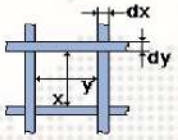
	Inicial	Final
Temperatura °C	20,1 °C	20,1 °C
Humedad Relativa %HR	31%	31%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internaciones de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Termohigrómetro	CT - 1022 - 2024 CT - 1024 - 2024
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	CL - 1012 - 2024

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (y)	106,00	115,07	-9,07	3,669
VERTICAL (x)		124,25	-18,25	4,157

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL	PROMEDIO	ERROR	INCERTIDUMBRE
	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
HORIZONTAL (dy)	71,00	58,09	12,91	1,485
VERTICAL (dx)		56,79	14,21	0,325

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmnte se expresa un factor k=2 con un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO

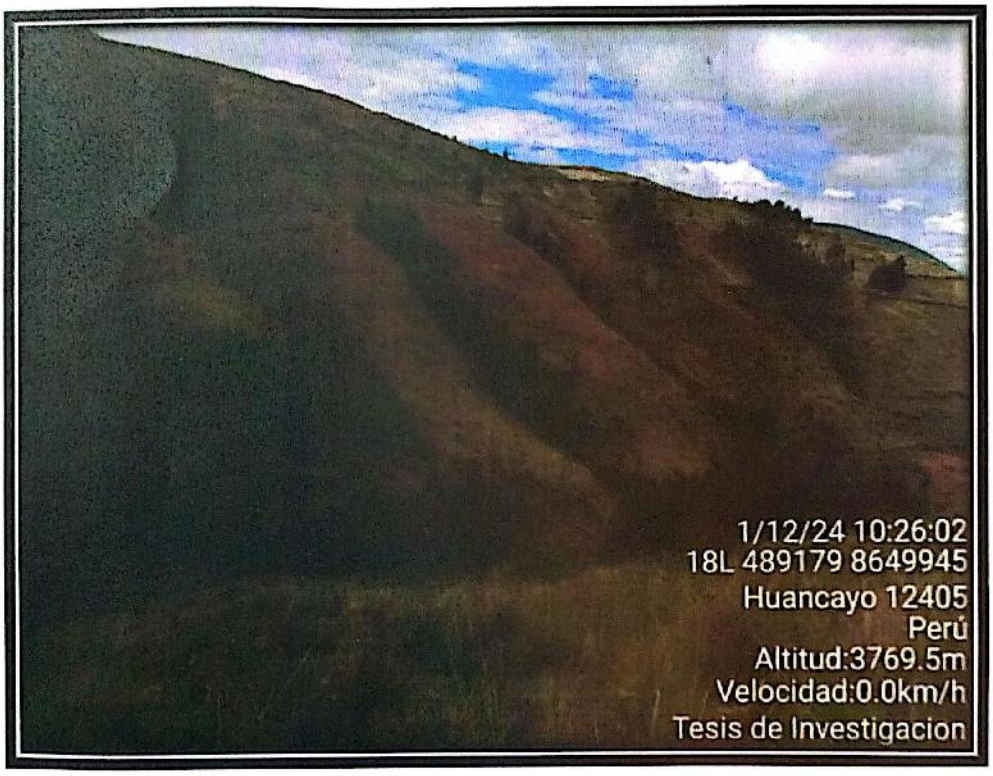
G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. LONGITUD

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

ESTUDIO GEOTECNICO PARA INVESTIGACIÓN DE TESIS:

"Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."



ELABORADO POR:

- **BACH. PEDRO LUIS GODOY JERONIMO**
- **BACH. ANGEL TACAS DIAZ**

LOCALIDAD: MARCAVALLE

DISTRITO: PUCARA

PROVINCIA: HUANCAYO

ENERO 2025

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

INDICE

1. GENERALIDADES 3
   1.1. OBJETO DEL ESTUDIO 3
   1.2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO 3
   1.3. CONDICIONES CLIMATICAS 6
2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA DE INVESTIGACIÓN 7
   2.1. GEOLOGIA 7
   2.2. SISMICIDAD 8
3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO 9
   3.1. CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN 9
   3.2. UBICACIÓN DE COORDENADAS DE LAS CALICATAS DE EXPLORACIÓN REALIZADAS 10
   3.3. MUESTREO DISTURBADO 10
   3.4. REGISTRO DE EXCAVACIONES 10
4. CARACTERISTICAS DE LA INVESTIGACIÓN 11
5. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO Y CLASIFICACIÓN SUCS 11
   5.1. ENSAYOS EFECTUADOS 11
6. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO 12
   6.1. BOCATOMA TIPO TIROLESA 12
   6.2. RESERVORIO PROYECTADO 12
7. ANALISIS DE CIMENTACIÓN 12
   7.1. ANALISIS Y PARAMETROS SISMICOS PARA LAS ESTRUCTURAS 12
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 13
9. ANEXOS 13

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

INFORME TÉCNICO

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente informe técnico, es realizar una investigación geotécnica de la zona donde se realiza la investigación que tiene por título "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024.". Para tal efecto, se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio que ha permitido definir la estratigrafía del terreno, parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, capacidad portante, para el diseño de las estructuras propuestas.

1.2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

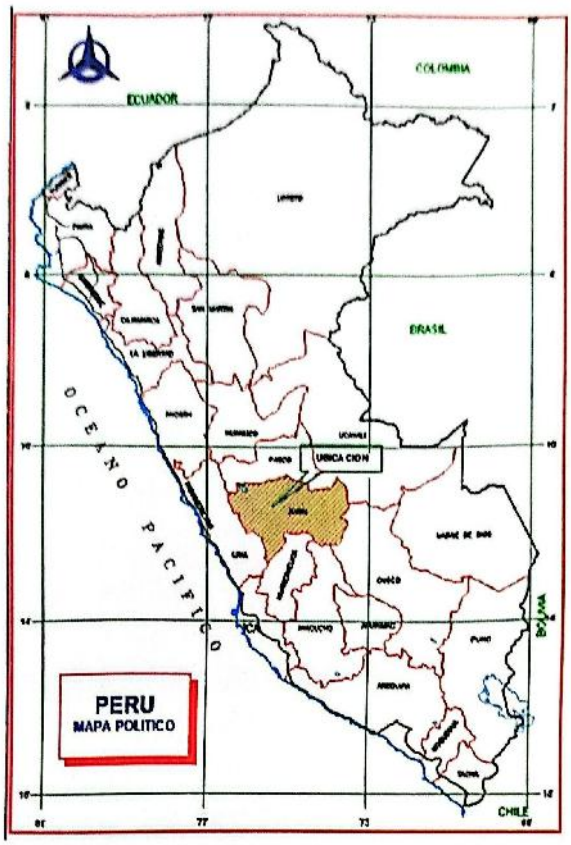
La investigación titulada "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024." Se encuentra ubicado en:

- Región: Junin
- Provincia: Huancayo
- Distrito: Pucara
- Localidad: Marcavalle

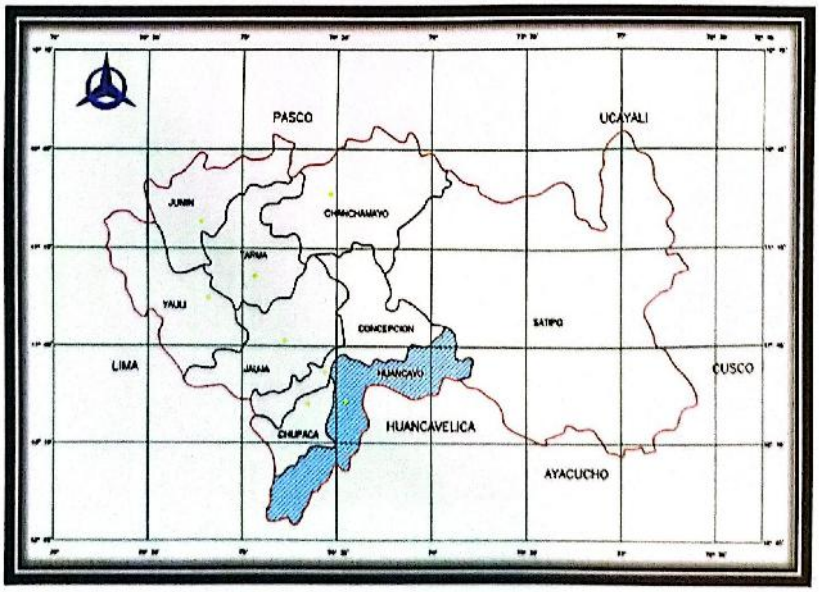
GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

UBICACIÓN DE LA REGIÓN JUNIN EN EL MAPA POLITICO DEL PERÚ



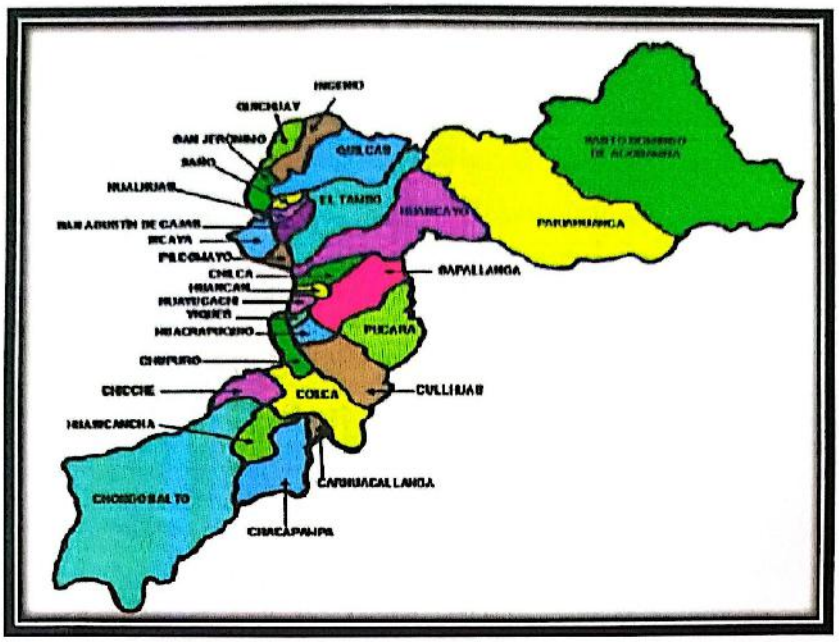
UBICACIÓN DEL MAPA PROVINCIAL DE HUANCAYO EN LA REGION JUNIN



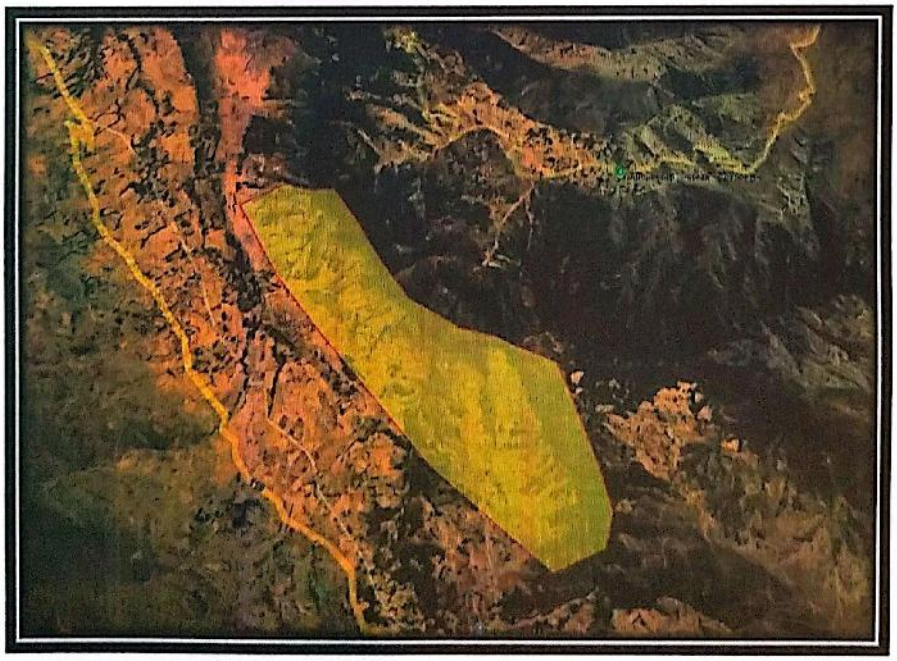
GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

UBICACIÓN DEL MAPA DISTRITAL DE HUANCAYO EN LA PROVINCIA DE HUANCAYO



UBICACIÓN DE LA ZONA DE LA INVESTIGACIÓN DE LA LOCALIDAD DE MARCAVALLE



La Región Junín se ubica en la zona central del Perú, abarcando parte de la sierra y la selva alta, con una geografía variada que se extiende entre los 10°30' y 12°50' de latitud sur y los 73°40' y 76°30' de longitud oeste. Su territorio presenta

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

rango altitudinal, desde aproximadamente 300 m.s.n.m. en las zonas más bajas de la selva alta, como en la provincia de Satipo, hasta los 5,300 m.s.n.m. en la Cordillera de Huaytapallana. La altitud promedio en las zonas andinas oscila entre 3,000 y 4,000 m.s.n.m., lo que da lugar a una gran diversidad de ecosistemas, que van desde valles interandinos hasta bosques nubosos.

El distrito de Pucara es uno de los 28 distritos pertenecientes a la provincia de Huancayo, en la región de Junín, bajo la administración del Gobierno Regional de Junín.

LIMITES GEOGRAFICOS

Distrito de Pucara

- Latitud: 12°22'00" S
- Longitud: 75°21'00"N O
- Altitud: 3300 m.s.n.m.

LIMITE TERRITORIAL DEL DISTRITO DE PUCARA

- NORTE: Distrito de Sapallanga
- SUR: Distrito de Cullhuas
- ESTE: Región Huancavelica
- OESTE: Distrito de Huacrapuquio

1.3. CONDICIONES CLIMATICAS

El distrito de Pucará, ubicado en la provincia de Huancayo, región Junín, presenta un clima predominantemente templado frío, característico de las zonas altoandinas.

TEMPERATURA

Las temperaturas en Pucará varían según la estación y la altitud, con valores que oscilan entre 0°C y 20°C a lo largo del año. Durante el día, las temperaturas pueden ser templadas, alcanzando alrededor de 15°C a 20°C, mientras que en las noches descienden significativamente, llegando a 0°C o menos en invierno.

PRECIPITACIONES

Las lluvias son estacionales, concentrándose principalmente entre los meses de noviembre y marzo, periodo en el que se registran precipitaciones moderadas a intensas, con un promedio anual de 600 a 900 mm. Durante la temporada seca, de mayo a septiembre, las lluvias son escasas y se presentan días soleados con cielos despejados, pero con noches frías y presencia de heladas.

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

ESTACIONES

- Temporada de lluvias (noviembre - marzo): Mayor humedad y precipitaciones, favoreciendo el desarrollo agrícola.
- Temporada seca (mayo - septiembre): Días soleados y secos, noches frías con presencia de heladas, especialmente en los meses de junio y julio.
- Periodo de transición (abril y octubre): Variabilidad climática con lluvias ligeras y cambios de temperatura.

Este clima influye en la actividad agrícola del distrito, donde se cultivan principalmente papa, maíz y cereales andinos, y en la disponibilidad de agua para riego, siendo clave la gestión de los recursos hídricos.

2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA DE INVESTIGACIÓN

2.1. GEOLOGIA

El distrito de Pucará, ubicado en la provincia de Huancayo, región Junín, presenta una geología caracterizada por la presencia de formaciones sedimentarias, ígneas y metamórficas, influenciadas por la tectónica andina. Su relieve está conformado por montañas, valles interandinos y pequeñas mesetas, con una geodinámica activa que ha dado lugar a fallas y fracturas geológicas.

Principales Características Geológicas:

Formaciones Sedimentarias: Predominan rocas sedimentarias de los períodos Cretácico y Terciario, compuestas por calizas, lutitas, areniscas y conglomerados. Estas formaciones se observan principalmente en las zonas de laderas y valles.

Rocas Ígneas: Se encuentran intrusivos de granito y diorita, asociados a eventos magmáticos del Cenozoico, que han dado lugar a la mineralización de algunos sectores.

Rocas Metamórficas: En ciertas zonas existen afloramientos de esquistos y filitas, formados por procesos de metamorfismo regional debido a la compresión tectónica.

Estructuras Geológicas: La zona presenta pliegues, fallas y fracturas generadas por la actividad tectónica de los Andes, lo que ha influido en la configuración del relieve y la presencia de recursos minerales.

Recursos Geológicos y Suelos:

El distrito cuenta con suelos derivados de la meteorización de estas rocas, siendo aptos para la agricultura en valles y laderas con pendientes moderadas. También existen depósitos de minerales como arcillas, caliza y materiales para construcci

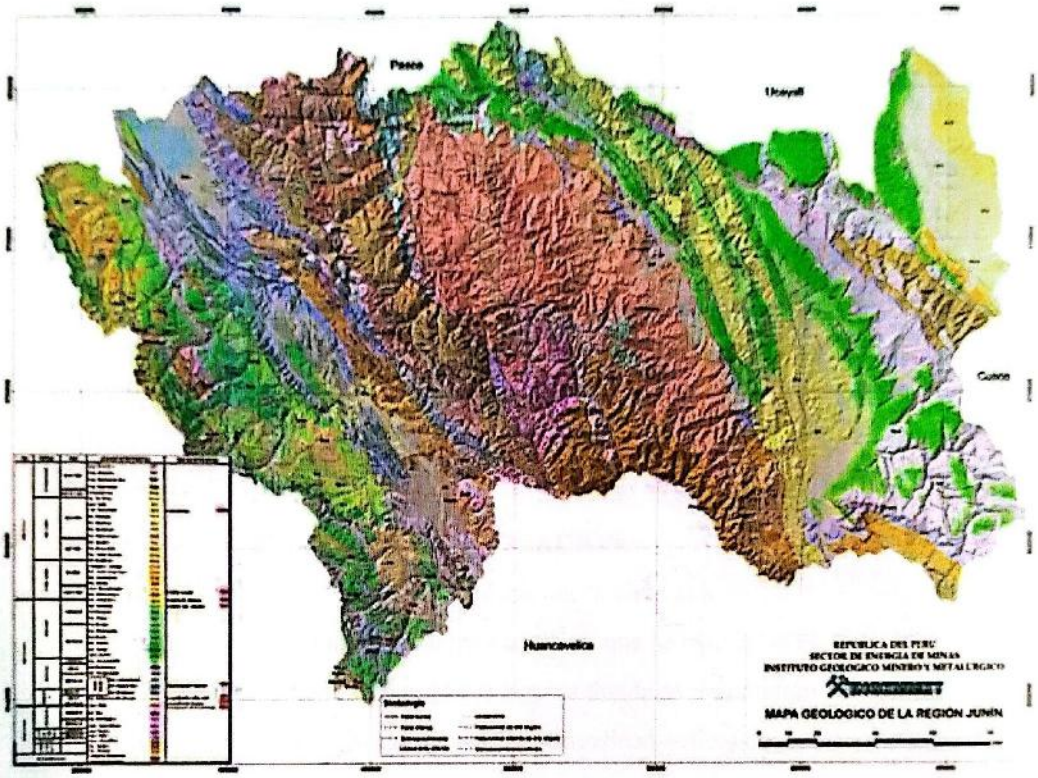
GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

Riesgos Geológicos:

Debido a la geología del área, Pucará es susceptible a deslizamientos, erosión y fallas geológicas, especialmente en temporadas de lluvias intensas, lo que hace necesaria la implementación de medidas de conservación de suelos y prevención de desastres.

MAPA GEOLOGICO DE LA REGIÓN JUNIN



Fuente: INGEMET

2.2. SISMICIDAD

El distrito de Pucará, al igual que gran parte de la región central del Perú, se encuentra en una zona de actividad sísmica moderada a alta, debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde la placa de Nazca se subduce bajo la placa Sudamericana.

Características de la Sismicidad en Pucará:

- Origen Tectónico: Los sismos en la región son causados principalmente por la interacción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana, lo que genera movimientos sísmicos de diferentes magnitudes. También pueden originarse por fallas geológicas locales en la Cordillera de los Andes.

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

- Frecuencia y Magnitud: Aunque los sismos de gran magnitud no son frecuentes, se han registrado eventos sísmicos moderados en las provincias cercanas, afectando a Pucará con movimientos telúricos perceptibles. La magnitud de los sismos en la zona generalmente varía entre 3.5 y 6.0 Mw, con posibilidad de eventos mayores.
- Fallas Geológicas: Existen estructuras geológicas activas en la región andina, lo que aumenta el riesgo de sismos locales. Entre ellas, se encuentran fallas inversas y de desgarre asociadas a la deformación de la cordillera.
- Peligros Asociados: Además del movimiento sísmico, la región puede experimentar deslizamientos de tierra, caída de rocas y licuefacción de suelos, especialmente en zonas de laderas y valles sedimentarios.

Prevención y Mitigación:

Dado que Pucará se encuentra en una zona sísmica, es fundamental la aplicación de normas de construcción antisísmica, la concientización sobre medidas de evacuación y el monitoreo de la actividad sísmica para reducir riesgos ante posibles eventos telúricos.

3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

3.1. CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN

Se realizó 2 calicatas o pozos de exploración "a cielo abierto", con el código de "C", seguidos de un numero que los identifica, que se realizaron en la localidad de Marcavalle específicamente en los lugares donde se propondrán la bocatoma y el reservorio. Estas calicatas tienen la profundidad suficiente de acuerdo a las cargas estimadas en el proyecto. Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en su estado natural. Hasta la profundidad explorada no se encontró nivel freático. Las excavaciones alcanzaron las siguientes profundidades:

PARA BOCATOMA TIPO TIROLESA

CALICATA	ESTRUCTURA	PROF. (m)
C-1	BOCATOMA TIPO TIROLESA	1.50

PARA RESERVORIO PROYECTADO

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

CALICATA	ESTRUCTURA	PROF. (m)
C-2	RESERVORIO PROYECTADO	1.50

3.2. UBICACIÓN DE COORDENADAS DE LAS CALICATAS DE EXPLORACIÓN REALIZADAS

PARA BOCATOMA TIPO TIROLESA

CALICATA	NORTE	ESTE	COTA
C-1	8649581.44	489205.11	3727.25

PARA RESERVORIO PROYECTADO

CALICATA	NORTE	ESTE	COTA
C-2	8649690.83	488038.87	3713.03

3.3. MUESTREO DISTURBADO

Se tomo una muestra representativa del estrato atravesado en dichas calicatas y en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de Identificación, clasificación y parámetros de calculo de capacidad portante del terreno. Paralelamente al muestreo se realizaron los registros de exploración, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacente, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

Para el número de muestreo de calicatas se consideró la recomendación realizada por EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Se realizó en las estructuras 1 calicata cada 200m2 de área a construirse.

3.4. REGISTRO DE EXCAVACIONES

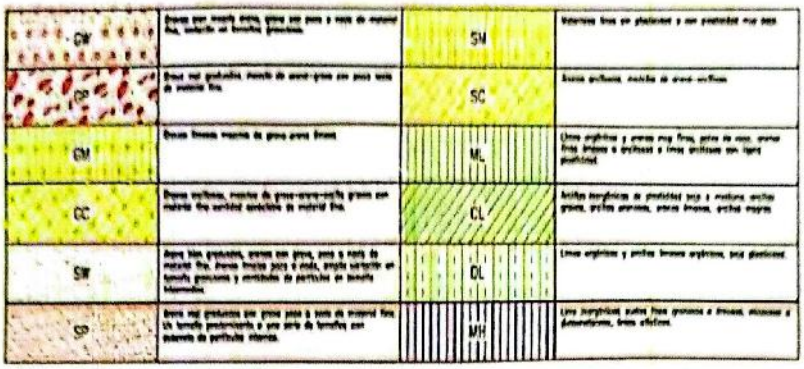
Paralelamente al muestreo se realizaron los registros de exploración, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacente, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

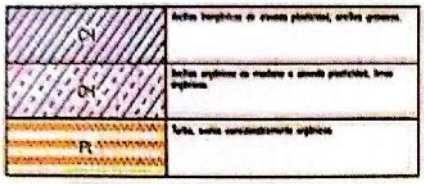
Se darán a conocer en los resultados obtenidos de los perfiles estratigráficos cada tipo de terreno con los símbolos gráficos del siguiente cuadro.

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS





4. CARACTERISTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación consistirá en la propuesta del diseño de un sistema de riego el cual contemplará: Bocatoma, Canal colector, desarenador, linea de conducción, Reservorio y Linea de distribución. Las estructuras consideradas para el estudio de suelo son:

- Bocatoma
- Reservorio

En la zona donde se ubicarán las dos estructuras de concreto se establecerá el comportamiento del suelo de apoyo frente a esfuerzos transmitidos por las estructuras consideradas, se determinará la capacidad de carga admisible.

5. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO Y CLASIFICACIÓN SUCS

5.1. ENSAYOS EFECTUADOS

Se realizaron los respectivos ensayos de Mecánica de Suelos de acuerdo a las normas ASTM y según la relación que se indica. Los que han permitido determinar las clasificaciones de acuerdo al sistema unificado de Clasificación de suelo (SUCS).

- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D-422
- CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216
- LIMITE LIQUIDO ASTM D-4318
- LIMITE PLASTICO ASTM D-4318
- ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080
- DENSIDAD HUMEDA

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

- PERFIL ESTRATIGRAFICO

Los ensayos estándar permitieron la clasificación de suelos representativos, con el ensayo de corte directo se determinó los parámetros de resistencia de subsuelo.

6. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

6.1. BOCATOMA TIPO TIROLESA

Contiene una primera capa 0.10m. de terreno (limo orgánico y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad), presencia de raíces en un 10%, cementación débil, color marrón, baja plasticidad, estado húmedo. Una segunda capa de 1.40m de (grava limo-arcillosa con arena) color marrón, estado húmedo, tamaño máximo de grava 1". Consistencia firme, estructura homogénea, plasticidad baja, cementación débil, gravas subredondeadas, suelo mal graduado con granulometría discontinua. Tiene una cohesión de 0.31 kg/cm2, un ángulo de fricción de 31°09° y un ángulo de fricción corregido de 21°57°.

6.2. RESERVORIO PROYECTADO

Contiene una primera capa de 0.10m de terreno (Limo orgánico y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad), presencia de raíces en un 30%, baja cementación. Una segunda capa de 1.40m. Arena Limo-arcillosa, color marrón oscuro, estado húmedo, tamaño máximo de grava es ¾", consistencia suave, estructura no homogénea, plasticidad baja, cementación débil, suelo mal graduado con granulometría discontinua. Tiene una cohesión de 0.03kg/cm2, un angulo de fricción de 34°12° y un ángulo de fricción corregido de 24°06° para un análisis de falla por corte local.

7. ANALISIS DE CIMENTACIÓN

7.1. ANALISIS Y PARAMETROS SISMICOS PARA LAS ESTRUCTURAS

Para esta condición el área donde se realiza la investigación se tiene suelos suceptibles de amplificación bajo condiciones de solicitación dinámica, en base a las normas de diseño Sismo Resistente Norma E-030. Para las calicatas le corresponde el perfil tipo S2. Donde S2= 1.20, para un periodo predominante de Tp= 0.6s y Ti=2.0, tambien el factor de uso es U=1.5 (Edificación esencial). Yde acuerdo a los factores de zona nos encontramos ubicados en la zona 3, el factor de zona Z=0.25g.

Para el calculo del coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas "R" se debe determinar mediante el producto del coeficiente básico de reducción de fuerzas simicas por los factores de irregularidad estructural en altura y planta. Los

GEOSUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

estructuración de la edificación y apoyado con la norma E-030. Para lo cual tambien se deberá saber el sistema estructural a emplear en el proyecto. Para el calculo del coeficiente de amplificación sísmica "C", se deberá determinar mediante el calculo del periodo fundamental de vibración de cada estructura a diseñar y apoyado de las restricciones según sea el resultado de este periodo con la norma E-030.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente estudio se ha elaborado en base a la norma técnica e.050 de suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Durante el recorrido en el área de investigación no se han apreciado riesgos geológicos que puedan afectar la vulnerabilidad de las estructuras.
- Se utiliza un factor de seguro de 3 para el calculo de la capacidad portante
- No se han presentado niveles freáticos en las calicatas elaboradas
- El presente estudio sirve netamente para la investigación realizada por parte de los tesistas.

9. ANEXOS

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ANEXO I

REGISTROS DE EXCAVACIÓN

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

PERFIL ESTRATIGRAFICO

DATOS GENERALES		REGISTRO DE EXCAVACIÓN	
ELABORADO POR:	Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo Bach. Angel Tacas Diaz	EXCAVACION:	C-1 (Bocatoma)
INVESTIGACION:	"Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."	NIVEL FREATICO:	No se Encontró
UBICACIÓN:	Localidad de Marcavalle, Distrito de Pucará, Provincia de Huancayo		
METODO DE EXCAVACIÓN:	Manual	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN:	1 x 1 x 1.50m.

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN SIMBOLOS	CLASIFICACIÓN GRAFICO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE CAMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
0.05 0.10	OL		-----	(Limo orgánico y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad), presencia de raíces en un 10%, baja cementación
0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	GM		8.15	(grava limo-arcillosa con arena) color marrón, estado húmedo, tamaño máximo de grava 1". Consistencia firme, estructura homogénea, plasticidad baja, cementación débil, gravas subredondeadas, suelo mal graduado con granulometría discontinua.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	
Re:	Material de relleno
S/M	Sin Muestra
m-01	Muestra alterada N°01

NOTA: Calicata efectuada a cielo abierto

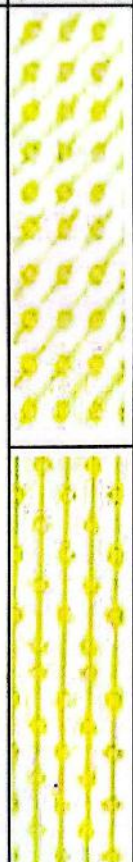
Validado por:

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

PERFIL ESTRATIGRAFICO

DATOS GENERALES		REGISTRO DE EXCAVACIÓN	
ELABORADO POR:	Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo Bach. Angel Tacas Diaz	EXCAVACION:	C-2 (Reservorio)
INVESTIGACION:	"Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024."	NIVEL FREATICO:	No se Encontró
UBICACIÓN:	Localidad de Marcavalle, Distrito de Pucará, Provincia de Huancayo		
METODO DE EXCAVACIÓN:	Manual	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN:	1 x 1 x 1.50m.

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN SIMBOLOS	CLASIFICACIÓN GRAFICO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL: COLOR, HUMEDAD NATURAL, PLASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE CAMPACIDAD, FORMA DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO DE PIEDRAS, PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA, ETC
0.05 0.10	OL		------	(Limo orgánico y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad), presencia de raíces en un 10%, baja cementación
0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	SC - SM		10.72	Arena Limo-arcillosa, color marrón oscuro, estado húmedo, tamaño máximo de grava es ¼", consistencia suave, estructura no homogénea, plasticidad baja, cementación débil, suelo mal graduado con granulometría discontinua.

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS			
Re:	Material de relleno	NOTA: Calicata efectuada a cielo abierto	Validado por:
S/M	Sin Muestra		
m-01	Muestra alterada N°01		

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ANEXO II

REGISTROS DE ENSAYO DE LABORATORIO

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(ASTM - 422)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo. Junin, 2024.

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m

ESTRUCTURA: Bocatoma tipo Tirolesa

CALICATA: C-1

PROF (m): 1.50 m

ESTADO: Natural

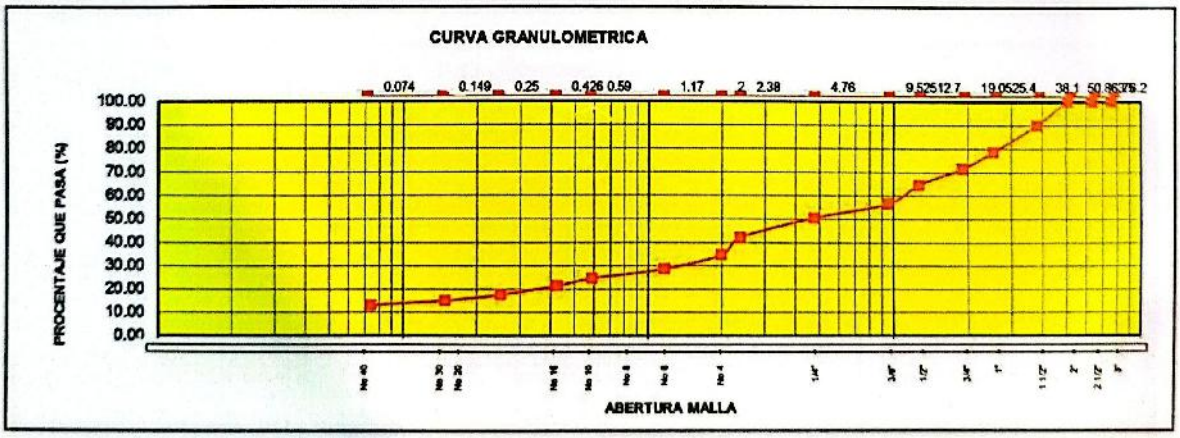
PESO DE LA MUESTRA SECA INICIAL (g): 994.4

PESO DE LA MUESTRA SECA LAVADA (g): 861.8

TAMIZ SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO QUE PASA (%)
3"	76.2	0	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0	0.00	100.00
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	98.2	9.88	90.12
1"	25.4	113.8	11.44	78.68
3/4"	19.05	70.4	7.08	71.60
1/2"	12.7	68.4	6.88	64.72
3/8"	9.525	80.2	8.07	56.66
N°4	4.76	60.1	6.04	50.61
N°8	2.38	83.7	8.42	42.20
N°10	2	72.8	7.32	34.88
N°16	1.17	60.4	6.07	28.80
N°30	0.59	40.6	4.08	24.72
N°40	0.426	31.1	3.13	21.59
N°60	0.25	38.9	3.91	17.68
N°100	0.149	24.5	2.46	15.22
N°200	0.074	18.7	1.88	13.33
-200		132.6	13.33	
PESO INICIAL		994.4		

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216):		
CH=	10.67%	
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM-D423-D424):		
L.L.=	28	%
L.P.=	25.6	%
I.P.=	2.4	%
CLASIFICACIÓN:		
SUCS=	GM (grava limosa con arena)	

GRAVA > N°4 =	49.39	%
ARENA < N°4 =	37.28	%
FINOS < N°200 =	13.33	%



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM - 422)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo. Junin, 2024.

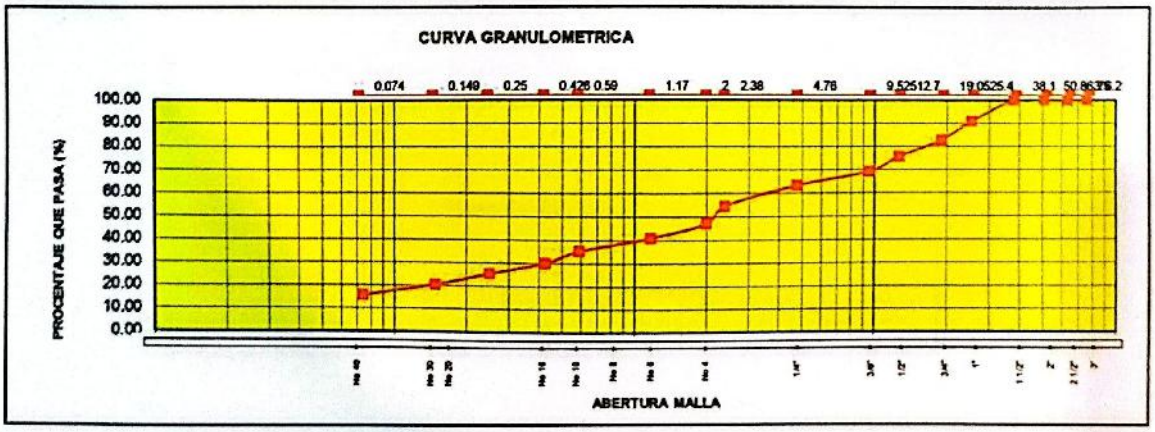
ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: RESEVORIO
CALICATA: C-2
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

PESO DE LA MUESTRA SECA INICIAL (g): 700.4
PESO DE LA MUESTRA SECA LAVADA (g): 590.9

TAMIZ SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PARCIAL RETENIDO (%)	ACUMULADO QUE PASA (%)
3"	76.2	0	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0	0.00	100.00
2"	50.8	0	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	63.4	9.05	90.95
3/4"	19.05	56.8	8.11	82.84
1/2"	12.7	49.6	7.08	75.76
3/8"	9.525	45.1	6.44	69.32
N°4	4.76	41.2	5.88	63.44
N°8	2.38	61.7	8.81	54.63
N°10	2	51.5	7.35	47.27
N°16	1.17	43.6	6.23	41.05
N°30	0.59	39.1	5.58	35.47
N°40	0.426	36.8	5.25	30.21
N°60	0.25	33.3	4.75	25.46
N°100	0.149	34.6	4.94	20.52
N°200	0.074	34.2	4.88	15.63
-200		109.5	15.63	
PESO INICIAL		700.4		

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216):		
CH=	6.75%	
LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM-D423-D424):		
L.L.=	27.1	%
L.P.=	18.4	%
I.P.=	8.7	%
CLASIFICACIÓN:		
SUCS=	GM (grava limosa con arena)	

GRAVA > N°4 =	36.56	%
ARENA < N°4 =	47.80	%
FINOS < N°200 =	15.63	%



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

LIMITE DE CONSISTENCIA

(ASTM - 422)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024.

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m

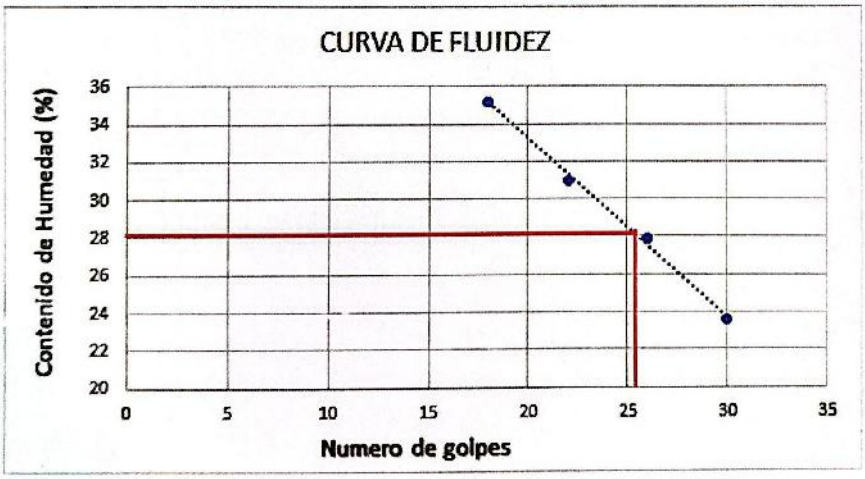
ESTRUCTURA: Bocatoma tipo Tirolesa

CALICATA: C-1

PROF (m): 1.50 m

ESTADO: Natural

	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
SUELO HUMEDO	82.6	71.2	73.8	74.6	64.2	70.5
SUELO SECO	71.3	60.8	61.9	61.3	56.2	60.6
PESO DEL AGUA	11.3	10.4	11.9	13.3	8	9.9
PESO TARA	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
SUELO SECO	47.8	37.3	38.4	37.8	32.7	37.1
% DE HUMEDAD	23.6	27.9	31	35.2	24.5	26.7
	30	26	22	18	25.6	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
28	25.6	2.4

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

LIMITE DE CONSISTENCIA

(ASTM - 422)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024.

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m

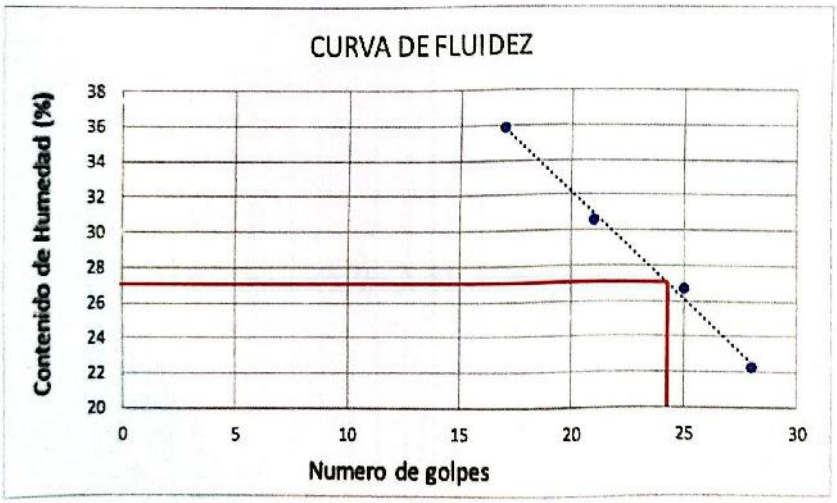
ESTRUCTURA: Reservorio

CALICATA: C-2

PROF (m): 1.50 m

ESTADO: Natural

	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
SUELO HUMEDO	54.2	62.4	48.7	51.9	48.9	54.5
SUELO SECO	48.6	54.2	42.8	44.4	45.2	49.4
PESO DEL AGUA	5.6	8.2	5.9	7.5	3.7	5.1
PESO TARA	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
SUELO SECO	25.1	30.7	19.3	20.9	21.7	25.9
% DE HUMEDAD	22.3	26.7	30.6	35.9	17.1	19.7
	28	25	21	17	18.4	



LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
27.1	18.4	8.7

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

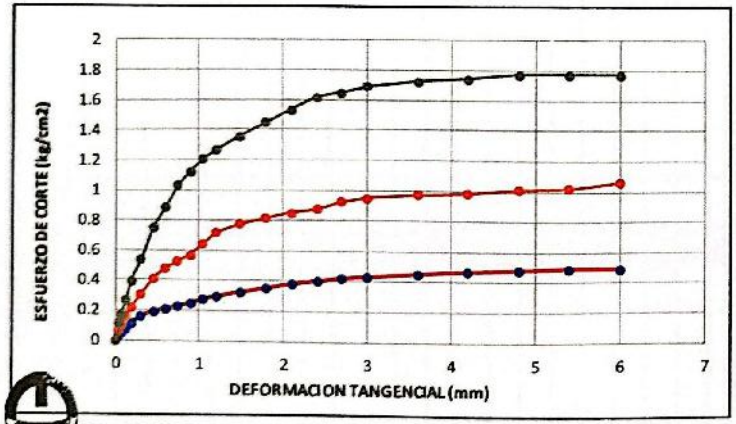
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

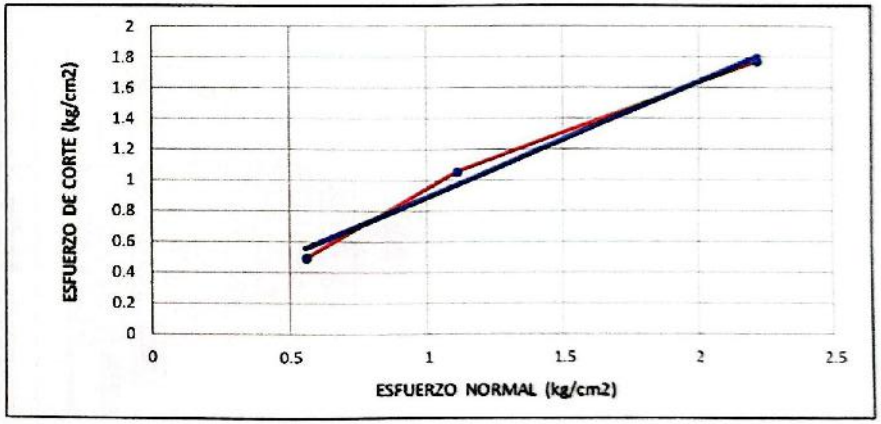
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

ELABORADO POR:	Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo		
	Bach. Angel Tacas Diaz		
INVESTIGACION:	"Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024."		
UBICACIÓN:	Localidad de Marcavalle, Distrito de Pucará, Provincia de Huancayo		
ESTRUCTURA:	Bocatoma Tipo Tirolesa		
ESTRATO:	------	CALICATA:	C-1 Bocatoma
PROF (m):	1.50 m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO:	
CONDICION:	Natural	Grava Limosa con arena	
ESTADO:	Remoldeado (material < tamiz n°4)		

CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES						
MUESTRA N°	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CONT. HUM. (%)	DEN. SECA (gr/cm3)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)
1	2	36	9.5	1.84	0.56	0.492
2	2	36	9.5	1.84	1.11	1.062
3	2	36	9.5	1.84	2.22	1.776
CLASIF. SUSC: GM		L.L.: 28	IP: 25.6	% Menor que Malla n°200 : 13.33		





RESULTADOS DEL ENSAYO			
COHESION (kg/cm2)	0.03	Angulo de fricción (°)	36°54°
		Angulo de fricción corregido (°)	26°35°

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

SEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024."

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: Bocatoma tipo Tirolesa
CALICATA: C-1
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

CONTENIDO DE HUMEDAD				CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
				(Anillo)	
				PESO DE MUESTRA + ANILLO (g	311.4
				PESO DEL ANILLO (gr.)	166.31
N° DE RECIPIENTE			1	PESO DE LA MUESTRA (gr.)	145.09
PESO DE LA TARA + SUELO HUMEDO (gr.)			149.5	ALTURA (cm)	2
PESO DE LA TARA + SUELO SECO (gr.)			141.8	AREA (cm2)	36
PESO DEL AGUA (gr.)			7.7	VOLUMEN (cm3)	72
PESO DE LA TARA (gr.)			61	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.015
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			80.8	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.84
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			9.53	FACTOR ANILLO	9.81 + 0.000

FUERZA NORMAL:				2.00 Kg		
TIEMPO (min)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)	
0		0			0	
	8.1	0.03		0.823	0.023	
	14.7	0.06		1.501	0.042	
	27.1	0.12		2.76	0.077	
	40.4	0.18		4.116	0.114	
	57	0.3		5.81	0.161	
	68.4	0.45		6.972	0.194	
	75.5	0.6		7.699	0.214	
	82.2	0.75		8.377	0.233	
	89.3	0.9		9.103	0.253	
	97.4	1.05		9.926	0.276	
	106.4	1.2		10.846	0.301	
	114	1.5		11.621	0.323	
	126.8	1.8		12.928	0.359	
	134.4	2.1		13.703	0.381	
	142	2.4		14.478	0.402	
	150.6	2.7		15.349	0.426	
	153.9	3		15.688	0.436	
	159.6	3.6		16.269	0.452	
	165.8	4.2		16.899	0.469	
	169.1	4.8		17.238	0.479	
	173.4	5.4		17.673	0.491	
	173.9	6		17.722	0.492	

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: Bocatoma tipo Tirolesa
CALICATA: C-1
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

CONTENIDO DE HUMEDAD				CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
				(Anillo)	
				PESO DE MUESTRA + ANILLO (g	311.4
				PESO DEL ANILLO (gr.)	166.31
Nº DE RECIPIENTE			2	PESO DE LA MUESTRA (gr.)	145.09
PESO DE LA TARA + SUELO HUMEDO (gr.)			154.2	ALTURA (cm)	2
PESO DE LA TARA + SUELO SECO (gr.)			146	AREA (cm2)	36
PESO DEL AGUA (gr.)			8.2	VOLUMEN (cm3)	72
PESO DE LA TARA (gr.)			61	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.015
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			85	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.84
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			9.65	FACTOR ANILLO	9.81 ÷ 0.000

FUERZA NORMAL:				4.00 Kg	
TIEMPO (min)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)
0		0			0
	22.2	0.03		2.263	0.063
	35.4	0.06		3.609	0.1
	55.8	0.12		5.688	0.158
	76.8	0.18		7.829	0.217
	106.8	0.3		10.887	0.302
	144.6	0.45		14.74	0.409
	171	0.6		17.431	0.484
	186	0.75		18.96	0.527
	202.2	0.9		20.612	0.573
	228	1.05		23.242	0.646
	255	1.2		25.994	0.722
	276	1.5		28.135	0.782
	288.6	1.8		29.419	0.817
	301.2	2.1		30.703	0.853
	310.2	2.4		31.621	0.878
	327	2.7		33.333	0.926
	336	3		34.251	0.951
	343.8	3.6		35.046	0.973
	348	4.2		35.474	0.985
	357	4.8		36.391	1.011
	360.6	5.4		36.758	1.021
	375	6		38.226	1.062

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Díaz

INVESTIGACIÓN: "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024."

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: Bocatoma tipo Tirolesa
CALICATA: C-1
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

CONTENIDO DE HUMEDAD				CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
				(Anillo)	
				PESO DE MUESTRA + ANILLO (g	311.4
				PESO DEL ANILLO (gr.)	166.31
N° DE RECIPIENTE			3	PESO DE LA MUESTRA (gr.)	145.09
PESO DE LA TARA + SUELO HUMEDO (gr.)			163.5	ALTURA (cm)	2
PESO DE LA TARA + SUELO SECO (gr.)			154.5	AREA (cm2)	36
PESO DEL AGUA (gr.)			9	VOLUMEN (cm3)	72
PESO DE LA TARA (gr.)			61	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.015
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			93.5	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.84
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			9.63	FACTOR ANILLO	9.81 + 0.000

FUERZA NORMAL:				8.00 Kg		
TIEMPO (min)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)	
0		0			0	
	38.5	0.03		3.925	0.109	
	59.5	0.06		6.065	0.168	
	94.5	0.12		9.633	0.268	
	140.7	0.18		14.343	0.398	
	190.4	0.3		19.409	0.539	
	264.6	0.45		26.972	0.749	
	314.3	0.6		32.039	0.89	
	364	0.75		37.105	1.031	
	396.9	0.9		40.459	1.124	
	426.3	1.05		43.456	1.207	
	446.6	1.2		45.525	1.265	
	479.5	1.5		48.879	1.358	
	511.7	1.8		52.161	1.449	
	540.4	2.1		55.087	1.53	
	572.6	2.4		58.369	1.621	
	581.7	2.7		59.297	1.647	
	597.1	3		60.866	1.691	
	609	3.6		62.08	1.724	
	616.7	4.2		62.864	1.746	
	626.5	4.8		63.863	1.774	
	627.2	5.4		63.935	1.776	
	627.2	6		63.935		

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

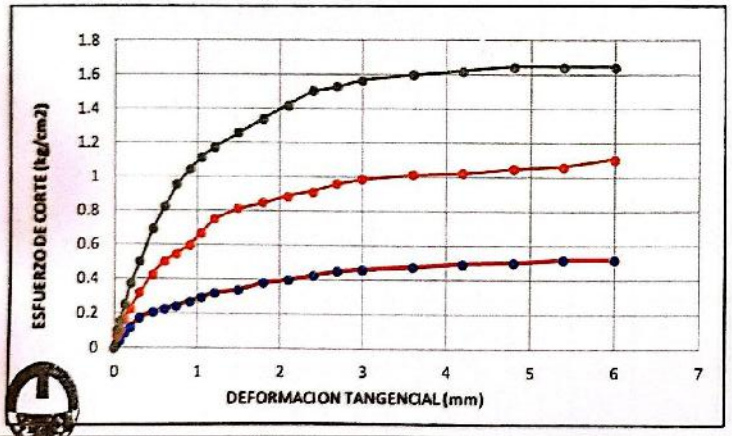
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

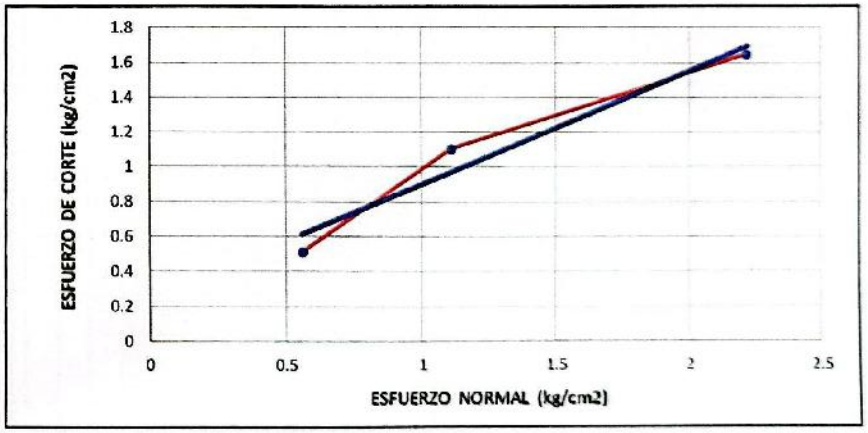
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

ELABORADO POR:	Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo		
	Bach. Angel Tacas Diaz		
INVESTIGACION:	"Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024."		
UBICACIÓN:	Localidad de Marcavalle, Distrito de Pucará, Provincia de Huancayo		
ESTRUCTURA:	Reservorio		
ESTRATO:	------	CALICATA:	C-2 Reservorio
PROF (m):	1.50 m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO:	
CONDICION:	Natural	Arena arcillosa con grava	
ESTADO:	Remoldeado (material < tamiz n°4)		

CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES						
MUESTRA N°	ALTURA (cm)	AREA (cm2)	CONT. HUM. (%)	DEN. SECA (gr/cm3)	ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)
1	2	36	10.2	1.801	0.56	0.518
2	2	36	10.1	1.803	1.11	1.106
3	2	36	10.1	1.801	2.22	1.649
CLASIF. SUSC: SC		L.L.: 27.1	IP: 8.7	% Menor que Malla n°200 : 15.63		





RESULTADOS DEL ENSAYO			
COHESION (kg/cm2)	0.17	Angulo de fricción (°)	33°03°
		Angulo de fricción corregido (°)	23°27°

GEOLUMAS S.A.C.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024."

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: RESERVORIO
CALICATA: C-2
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

CONTENIDO DE HUMEDAD			
N° DE RECIPIENTE			1
PESO DE LA TARA + SUELO HUMEDO (gr.)			142.3
PESO DE LA TARA + SUELO SECO (gr.)			134.8
PESO DEL AGUA (gr.)			7.5
PESO DE LA TARA (gr.)			61
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			73.8
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			10.16

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
(Anillo)	
PESO DE MUESTRA + ANILLO (g	309.2
PESO DEL ANILLO (gr.)	166.31
PESO DE LA MUESTRA (gr.)	142.89
ALTURA (cm)	2
AREA (cm2)	36
VOLUMEN (cm3)	72
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.985
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.801
FACTOR ANILLO	9.81 + 0.000

FUERZA NORMAL:				2.00 Kg	
TIEMPO (min)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)
0		0			0
	8.5	0.03		0.866	0.024
	15.5	0.06		1.58	0.044
	28.5	0.12		2.905	0.081
	42.5	0.18		4.332	0.12
	60	0.3		6.116	0.17
	72	0.45		7.339	0.204
	79.5	0.6		8.104	0.225
	86.5	0.75		8.818	0.245
	94	0.9		9.582	0.266
	102.5	1.05		10.449	0.29
	112	1.2		11.417	0.317
	120	1.5		12.232	0.34
	133.5	1.8		13.609	0.378
	141.5	2.1		14.424	0.401
	149.5	2.4		15.24	0.423
	158.5	2.7		16.157	0.449
	162	3		16.514	0.459
	168	3.6		17.125	0.476
	174.5	4.2		17.788	0.494
	178	4.8		18.145	0.504
	182.5	5.4		18.603	0.517
	183	6		18.654	0.518

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: RESERVORIO
CALICATA: C-2
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

CONTENIDO DE HUMEDAD				CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
				(Anillo)	
				PESO DE MUESTRA + ANILLO (g	309.2
				PESO DEL ANILLO (gr.)	166.31
N° DE RECIPIENTE			2	PESO DE LA MUESTRA (gr.)	142.89
PESO DE LA TARA + SUELO HUMEDO (gr.)			138.6	ALTURA (cm)	2
PESO DE LA TARA + SUELO SECO (gr.)			131.5	AREA (cm2)	36
PESO DEL AGUA (gr.)			7.1	VOLUMEN (cm3)	72
PESO DE LA TARA (gr.)			61	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.985
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			70.5	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.803
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			10.07	FACTOR ANILLO	9.81 + 0.000

FUERZA NORMAL:				4.00 Kg		
TIEMPO (min)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)	
0		0			0	
	23	0.03		2.345	0.065	
	37	0.06		3.772	0.105	
	58	0.12		5.912	0.164	
	80	0.18		8.155	0.227	
	111.5	0.3		11.366	0.316	
	150.5	0.45		15.341	0.426	
	178	0.6		18.145	0.504	
	194	0.75		19.776	0.549	
	210.5	0.9		21.458	0.596	
	237.5	1.05		24.21	0.672	
	265.5	1.2		27.064	0.752	
	287.5	1.5		29.307	0.814	
	300.5	1.8		30.632	0.851	
	314	2.1		32.008	0.889	
	323	2.4		32.926	0.915	
	340.5	2.7		34.709	0.964	
	350	3		35.678	0.991	
	358	3.6		36.493	1.014	
	362.5	4.2		36.952	1.026	
	372	4.8		37.92	1.053	
	375.5	5.4		38.277	1.063	
	399.5	6		39.806	1.106	

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(ASTM D-3080)

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024."

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: RESERVORIO
CALICATA: C-2
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

CONTENIDO DE HUMEDAD				CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	
				(Anillo)	
				PESO DE MUESTRA + ANILLO (g	309.1
				PESO DEL ANILLO (gr.)	166.31
N° DE RECIPIENTE			3	PESO DE LA MUESTRA (gr.)	142.79
PESO DE LA TARA + SUELO HUMEDO (gr.)			150.6	ALTURA (cm)	2
PESO DE LA TARA + SUELO SECO (gr.)			142	AREA (cm2)	36
PESO DEL AGUA (gr.)			40	VOLUMEN (cm3)	72
PESO DE LA TARA (gr.)			61	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.983
PESO DEL SUELO SECO (gr.)			81	DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.801
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			49.38	FACTOR ANILLO	9.81 + 0.000

FUERZA NORMAL:				8.00 Kg		
TIEMPO (min)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm2)	
0		0			0	
	36	0.03		3.67	0.102	
	55.5	0.06		5.657	0.157	
	88	0.12		8.97	0.249	
	130.5	0.18		13.303	0.37	
	177	0.3		18.043	0.501	
	245.5	0.45		25.025	0.695	
	292	0.6		29.766	0.827	
	338	0.75		34.455	0.957	
	368.5	0.9		37.564	1.043	
	394	1.05		40.163	1.116	
	414.5	1.2		42.253	1.174	
	445	1.5		45.362	1.26	
	475	1.8		48.42	1.345	
	502	2.1		51.172	1.421	
	531.5	2.4		54.179	1.505	
	540.5	2.7		55.097	1.53	
	554.5	3		56.524	1.57	
	565.5	3.6		57.645	1.601	
	572.5	4.2		58.359	1.621	
	582	4.8		59.327	1.648	
	582.5	5.4		59.378	1.649	
	582.5	6		59.378	1.649	

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ANEXO III

CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024.

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: Bocatoma tipo tirolesa
CALICATA: C-1
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

TEORIA DE TERZAGHI

$$q_u = 0.867xCxN_c + y * D_f * N_q + 0.4 * y * B * N_y$$

Datos:

C = 0.03 kg/cm2
y = 1.84 gr/cm3
Df= 1.2 m
ϕ = 36.9 ϕ' = 26.59

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA CORREGIDOS (Falla por corte local)

Nc' = 23.231
Nq' = 12.628
Ny' = 11.641

FS = 3

B (m)	Df (m)	Qu (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
1	0.8	3.39	1.13
1.5	0.8	3.82	1.27
2	0.8	4.25	1.42
2.5	0.8	4.68	1.56
1	1	3.86	1.29
1.5	1	4.29	1.43
2	1	4.71	1.57
2.5	1	5.14	1.71
1	1.2	4.32	1.44
1.5	1.2	4.75	1.58
2	1.2	5.18	1.73
2.5	1.2	5.61	1.87

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

ELABORADO POR: Bach. Pedro luis Godoy Jeronimo
Bach. Angel Tacas Diaz

INVESTIGACIÓN: Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junin, 2024.

ESTRATO: 1.00 - 1.50 m
ESTRUCTURA: Bocatoma tipo tirolesa
CALICATA: C-1
PROF (m): 1.50 m
ESTADO: Natural

TEORIA DE TERZAGHI

$$q_u = 0.867xCxN_c + y * D_f * N_q + 0.4 * y * B * N_y$$

Datos:

C = 0.17 kg/cm2
y = 1.8 gr/cm3
Df= 1.2 m
ϕ = 33.1 ϕ' = 23.45

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA CORREGIDOS (Falla por corte local)

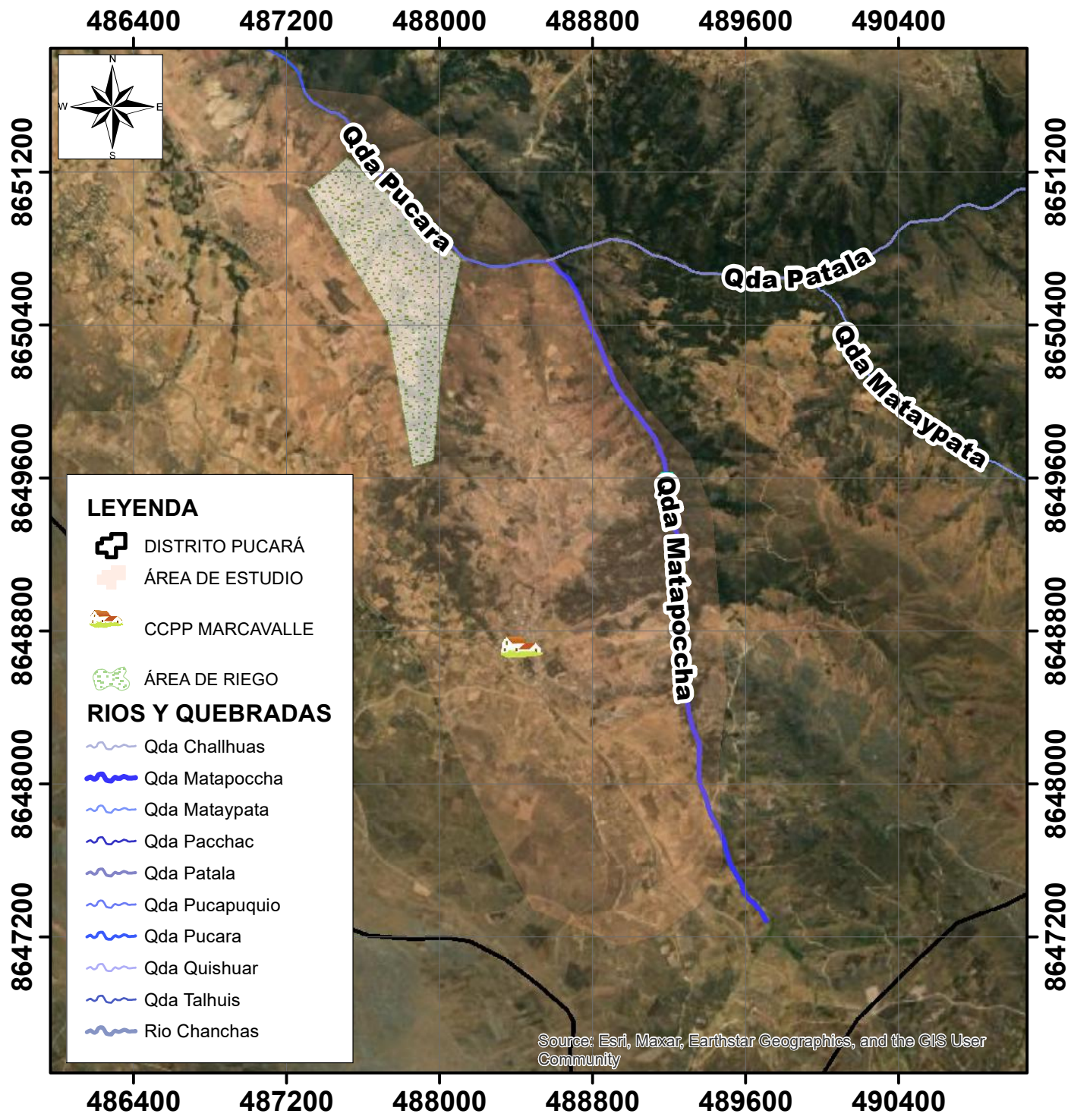
Nc' = 18.608
Nq' = 9.071
Ny' = 7.002

FS = 3

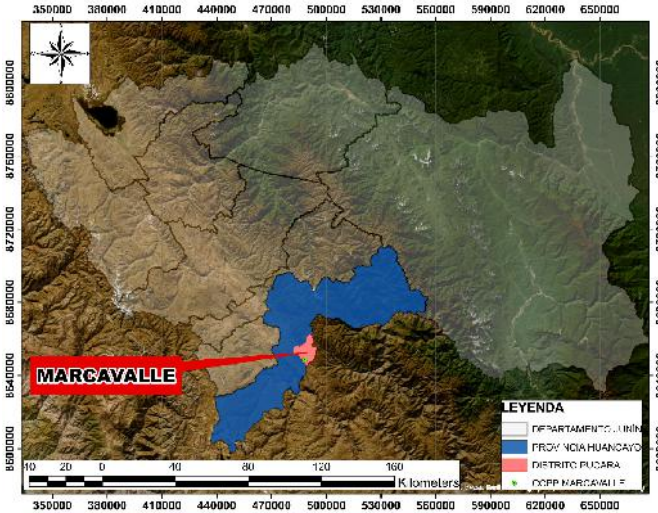
B (m)	Df (m)	Qu (kg/cm2)	Qadm (kg/cm2)
1.00	0.80	5.15	1.72
1.50	0.80	5.4	1.80
2.00	0.80	5.66	1.89
2.50	0.80	5.91	1.97
1.00	1.00	5.48	1.83
1.50	1.00	4.73	1.58
2.00	1.00	5.98	1.99
2.50	1.00	6.23	2.08
1.00	1.20	5.81	1.94
1.50	1.20	6.06	2.02
2.00	1.20	6.31	2.10
2.50	1.20	6.81	2.27

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO







MAPA DE UBICACIÓN

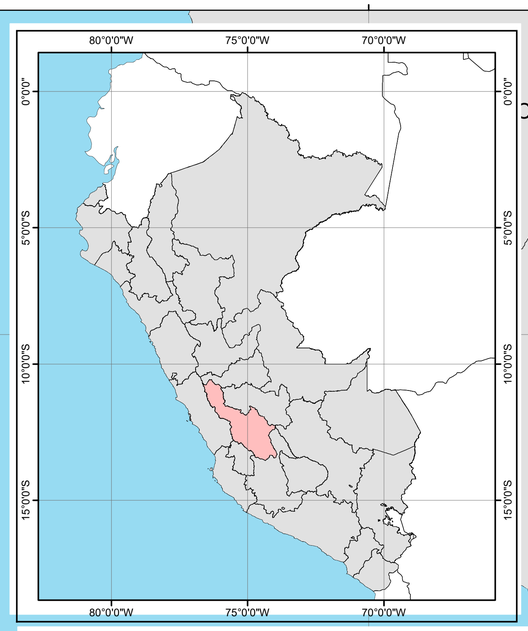
0.4 0.2 0 0.4 0.8 1.2 1.6 Kilometers

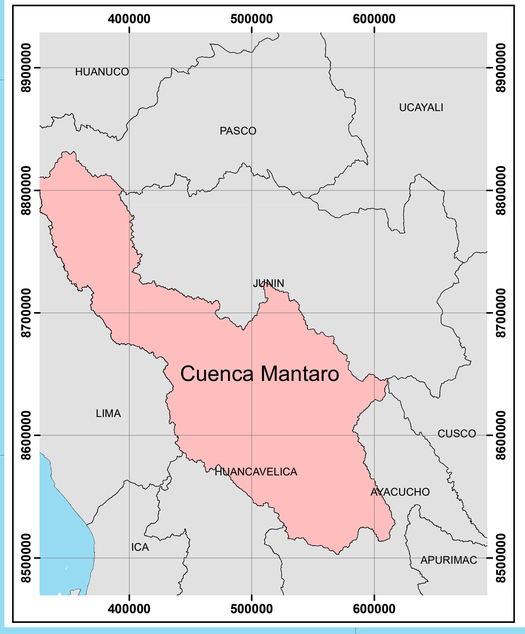
TÍTULO: "PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DÉFICIT HÍDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARÁ, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNÍN, 2024".

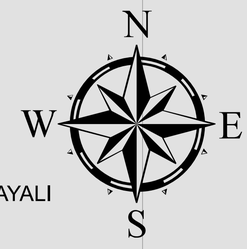
Marco de referencia:	Escala:	Fecha:
Sistemas de Coordenadas Datum WGS84 Zona 18 sur	UTM 1:30,000	Feb-2025

Integrantes:

. Pedro Luis Godoy Jeronimo
. Angel Tacas Diaz







NOMBRE DEL PROYECTO:	**UBICACIÓN: PUCARA**	**UNIVERSIDAD CONTINENTAL**	**PLANO:**	**SISTEMA DE COORDENADAS**	**ESCALA**
Tesis "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."	**DISTRITO: PUCARA**	**- Bach. Pedro Luis Godoy Jeronimo**	**Mapa de la unidad hidrográfica de estudio**	**PROYECCIÓN: UTM**	**1/50000**
	PROVINCIA: HUANCAYO	**- Bach. Angel Tacas Diaz**		**ZONA: 18 Sur**	**FECHA:**
	REGIÓN: JUNIN			**COORDENADAS: UTM-84**	**Dic- 2024**

480000 490000 500000

8660000

8650000

N

W E

S

SAN MARCOS DE ROCCHAC

SAPALLANGA

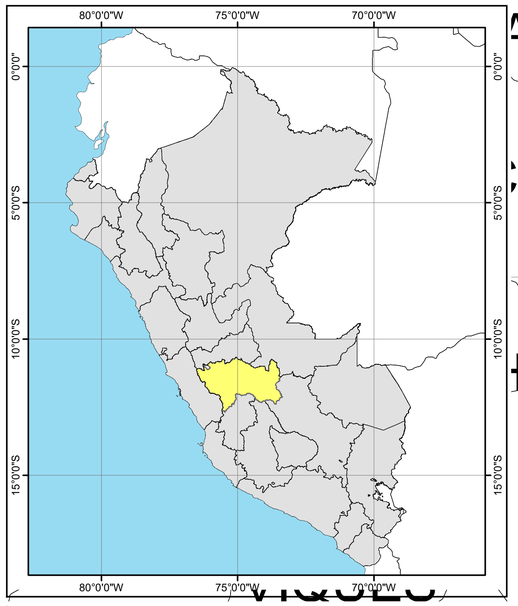
HUARIBAMBA

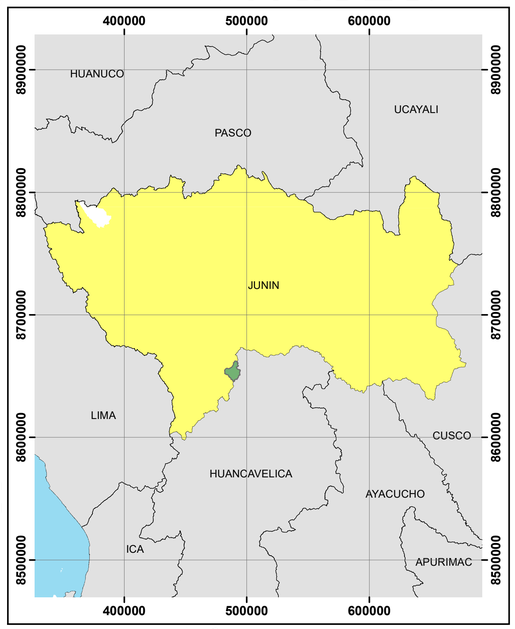
PUCARA

CULLHUAS

PAZOS

HUARIBAMBA

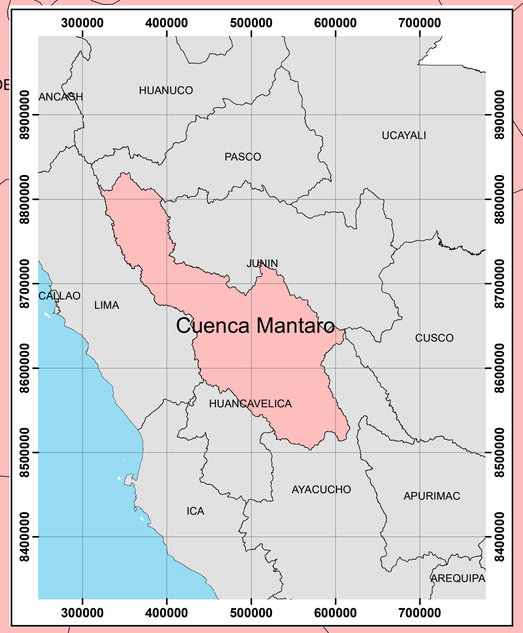




0 1.25 2.5 5 7.5 10 Kilometros

NOMBRE DEL PROYECTO: Tesis "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."	**UBICACIÓN: PUCARA** **DISTRITO: PUCARA** **PROVINCIA: HUANCAYO** **REGIÓN: JUNIN**	**UNIVERSIDAD CONTINENTAL** - Bach. Pedro Luis Godoy Jeronimo - Bach. Angel Tacas Diaz	**PLANO:** PLANO DE UBICACIÓN	**SISTEMA DE COORDENADAS** **PROYECCIÓN: UTM** **ZONA: 18 Sur** **COORDENADAS: UTM-84**	**ESCALA** 1/50000 **FECHA:** Dic-2024

500000



CHILCA

CHILCA

TRES DE

SAN MARCOS DE ROCCHAC

N

W

E

S

SAPALLANGA

Qda Challhuas

Qda Canlas

HUARIBAMBA

Qda Huashuacorral

Río Chanchas

Qda Pacchac

Qda Pucapuquio

Qda Talhuis

Qda Pucara

PUCARA

Qda Quishuar

Cuenca Mantaro

JUNIN

HUACRAPUQUIO

HUANCAVELICA

Qda Puyhuan

Qda Patala

Qda Incovado

Qda Mataypata

Qda Matapoccha

PAZOS

CULLHUAS

CHUPURO

0 1 2 4 6 8 Kilometros

NOMBRE DEL PROYECTO: Tesis "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."	**UBICACIÓN: PUCARA** **DISTRITO: PUCARA** **PROVINCIA: HUANCAYO** **REGIÓN: JUNIN**	**UNIVERSIDAD CONTINENTAL** - Bach. Pedro Luis Godoy Jeronimo - Bach. Angel Tacas Diaz	**PLANO:** Mapa base de la cuenca y la unidad hidrográfica del proyecto.	**SISTEMA DE COORDENADAS** **PROYECCIÓN: UTM** **ZONA: 18 Sur** **COORDENADAS: UTM-84**	**ESCALA** **1/50000** **FECHA:** **Dic- 2024**

500000

500000

HUALHUAS

HUYAO HUANCAYO

HACIENDA COLPAS

SICAYA

CAJAS GRANDE

SANTA ANA

SHULLCAS

SHULLCAS

FUNDO LA VICTORIA AZA

ANGASMAYO

HUAYAO

HUAYAO

HACIENDA PORVENIR

HACIENDA MEJORADA

ESEP PALIAN

HUACHAC

PUENTE BREOA

ANGASMAYO

RIO CONAS

CHUPACA

CAJAS CHICO

LA LIBERTAD

TRES DE DICIEMBRE

LA VICTORIA

HUANCAN

HUAYUCACHICANIPACO

MIRAFLORES

CHONGOS BAJO

VIQUES

VIQUES

HUACRAPUQUIO

CHUPURO

Cuenca Mantaro

Qda Toharica

Qda Canlas

Qda Challhuas

Rio Chanchas

Qda Huashuacorral

Qda Pucapuquio

Qda Talhuis

Qda Quishuar

PUCARA

Qda Pucara

Qda Patala

Qda Incovado

Qda Mataypata

Qda Matapoccha

HUANCAVELICA

N

W

E

S

80°0'0"W 75°0'0"W 70°0'0"W

0°0'0" 5°0'0"S 10°0'0"S 15°0'0"S

400000 500000 600000

8900000 8800000 8700000 8600000 8500000

HUANUCO

PASCO

UCAYALI

JUNIN

Cuenca Mantaro

LIMA

CUSCO

HUANCAVELICA

AYACUCHO

ICA

APURIMAC

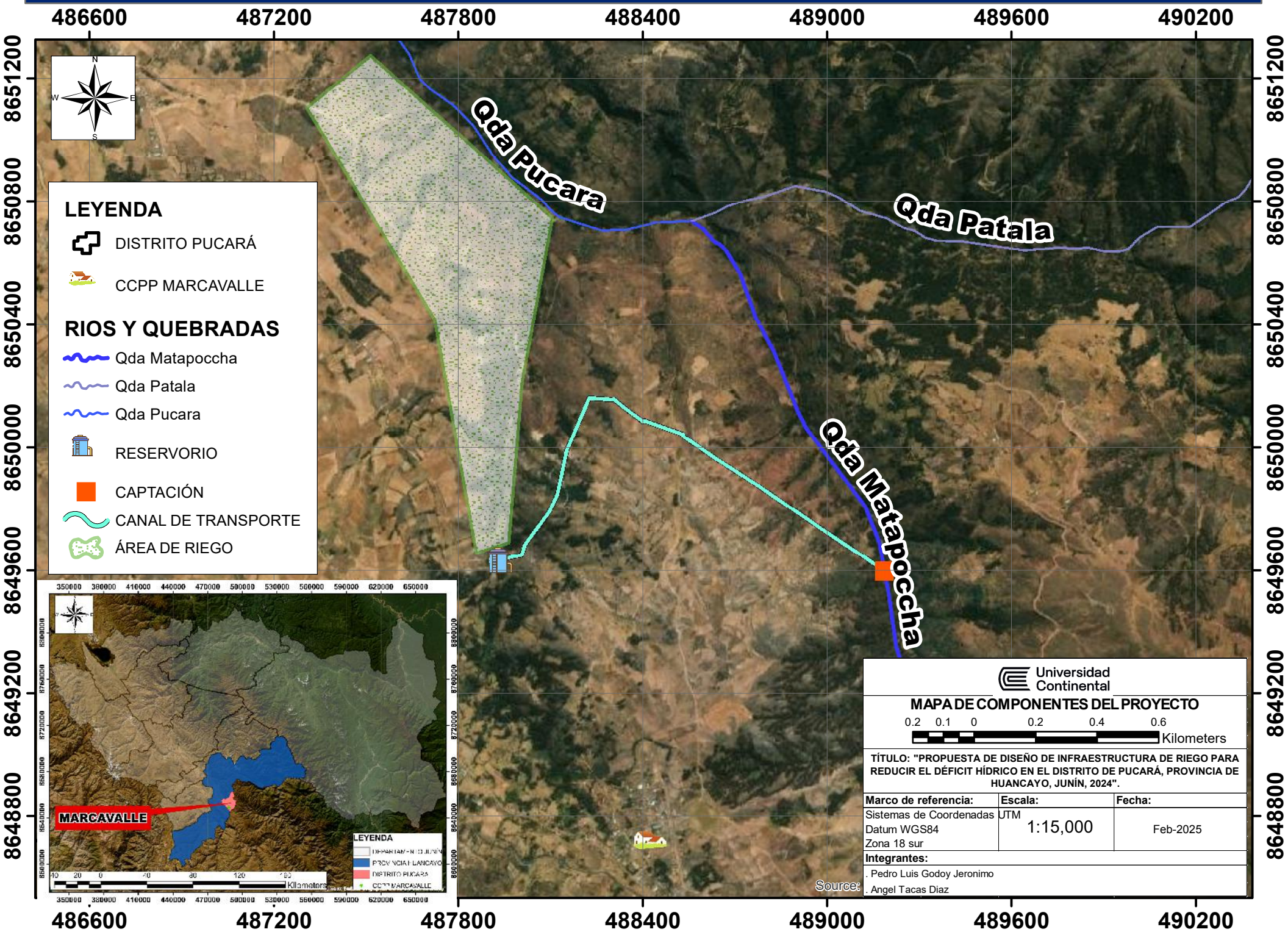
LEYENDA	
●	Estaciones meteorológicas cercanas según Senamhi
◉	Estaciones meteorológicas usadas en el proyecto
~	Quebrada

0 2.25 4.5 9 13.5 18 Kilometros

NOMBRE DEL PROYECTO: Tesis "Propuesta de diseño de infraestructura de riego para reducir el déficit hídrico en el distrito de Pucará, provincia de Huancayo, Junín, 2024."	**UBICACIÓN: PUCARA** **DISTRITO: PUCARA** **PROVINCIA: HUANCAYO** **REGIÓN: JUNIN**	**UNIVERSIDAD CONTINENTAL** - Bach. Pedro Luis Godoy Jeronimo - Bach. Angel Tacas Diaz	**PLANO:** Mapa de estaciones hidrométricas y pluviométricas.	**SISTEMA DE COORDENADAS** **PROYECCIÓN: UTM** **ZONA: 18 Sur** **COORDENADAS: UTM-84**	**ESCALA** **1/50000** **FECHA:** **Dic- 2024**

500000

MAPA DE COMPONENTES DEL PROYECTO



Universidad Continental

MAPA DE COMPONENTES DEL PROYECTO

0.2 0.1 0 0.2 0.4 0.6 Kilometers

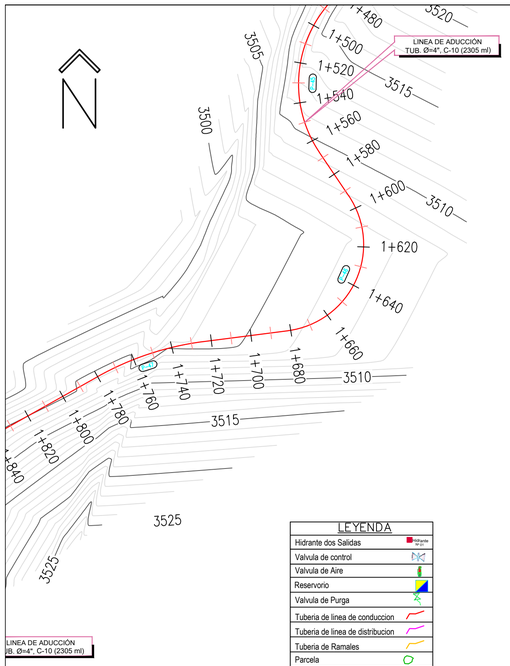
TÍTULO: "PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DÉFICIT HÍDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARÁ, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNÍN, 2024".

Marco de referencia:	Escala:	Fecha:
Sistemas de Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 18 sur	1:15,000	Feb-2025

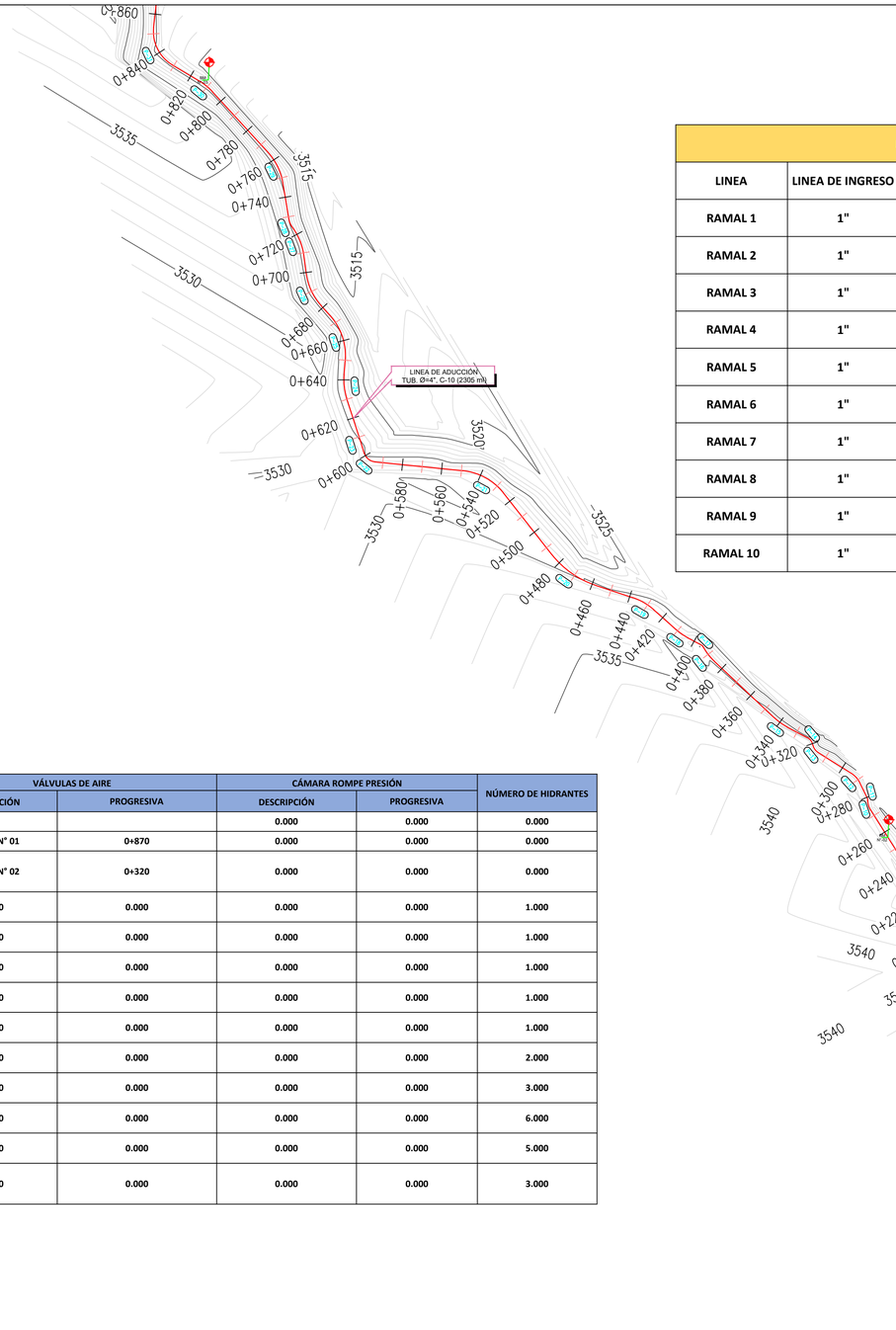
Integrantes:

. Pedro Luis Godoy Jeronimo

. Angel Tacas Diaz



UBICACIÓN DE CAJAS HIDRANTES					
LINEA	HIDRANTE	E	N	PROGRESIVA	TUBERIA
RAMAL 1	1.000	487923.808	8649734.116	0+030	1"
RAMAL 2	2.000	487915.602	8649808.926	0+040	1"
RAMAL 3	3.000	487901.085	8649892.774	0+040	1"
RAMAL 4	4.000	487912.593	8649985.598	0+060	1"
RAMAL 5	5.000	487882.326	8650204.122	0+050	1"
RAMAL 6	6.000	487875.199	8650335.203	0+050	1"
	7.000	487924.655	8650342.558	0+100	1"
RAMAL 7	8.000	487829.819	8650456.865	0+050	1"
	9.000	487877.332	8650474.439	0+100	1"
	10.000	487923.439	8650492.012	0+150	1"
RAMAL 8	11.000	487744.970	8650598.977	0+050	1"
	12.000	487792.257	8650615.223	0+100	1"
	13.000	487839.544	8650631.469	0+150	1"
	14.000	487886.831	8650647.714	0+200	1"
	15.000	487943.576	8650667.209	0+260	1"
	16.000	487990.863	8650683.455	0+310	1"
RAMAL 9	17.000	487597.162	8650808.754	0+030	1"
	18.000	487644.935	8650823.510	0+080	1"
	19.000	487692.708	8650838.266	0+130	1"
	20.000	487740.481	8650853.021	0+180	1"
	21.000	487788.255	8650867.777	0+230	1"
RAMAL 10	22.000	487452.725	8651033.413	0+020	1"
	23.000	487498.226	8651054.140	0+070	1"
	24.000	487543.728	8651074.867	0+120	1"



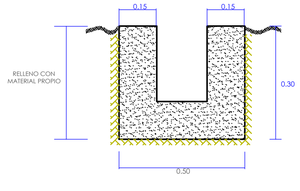
UBICACIÓN DE CAJAS DE PURGA O LIMPIA					
LINEA	LINEA DE INGRESO	PROGRESIVA	E	N	LINEA DE SALIDA
RAMAL 1	1"	0+047	487940.530	8649734.148	0.000
RAMAL 2	1"	0+063	487936.429	8649818.501	0.000
RAMAL 3	1"	0+077	487937.261	8649885.737	0.000
RAMAL 4	1"	0+091	487942.252	8649994.327	0.000
RAMAL 5	1"	0+105	487934.901	8650220.124	0.000
RAMAL 6	1"	0+152	487976.400	8650350.254	0.000
RAMAL 7	1"	0+183	487953.935	8650503.462	0.000
RAMAL 8	1"	0+342	488021.074	8650693.834	0.000
RAMAL 9	1"	0+243	487800.312	8650871.302	0.000
RAMAL 10	1"	0+156	487576.164	8651089.642	0.000

ITEM	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	DIAMETRO DE TUBERIA	VÁLVULAS DE PURGA		VÁLVULAS DE AIRE		CÁMARA ROMPE PRESIÓN		NÚMERO DE HIDRANTES
				DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	
1.000	LINEA DE ADUCCION	15.000	REVESTIDO	0.000	0.000			0.000	0.000	0.000
2.000	LINEA DE ADUCCION	2305.000	4"	V. PURGA N° 01	1+000	V. AIRE N° 01	0+870	0.000	0.000	0.000
3.000	LINEA DE CONDUCCION	1633.300	2"	V. PURGA N° 02	0+340	V. AIRE N° 02	0+320	0.000	0.000	0.000
4.000	LINEA DE RAMALES N°1	47.000	1"	CAJA DE PURGA N°1	0+047	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
5.000	LINEA DE RAMALES N°2	63.000	1"	CAJA DE PURGA N°2	0+063	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
6.000	LINEA DE RAMALES N°3	77.000	1"	CAJA DE PURGA N°3	0+077	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
7.000	LINEA DE RAMALES N°4	91.000	1"	CAJA DE PURGA N°4	0+091	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
8.000	LINEA DE RAMALES N°5	105.000	1"	CAJA DE PURGA N°5	0+105	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
9.000	LINEA DE RAMALES N°6	152.000	1"	CAJA DE PURGA N°6	0+152	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000
10.000	LINEA DE RAMALES N°7	183.000	1"	CAJA DE PURGA N°7	0+183	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000
11.000	LINEA DE RAMALES N°8	342.000	1"	CAJA DE PURGA N°8	0+342	0.000	0.000	0.000	0.000	6.000
12.000	LINEA DE RAMALES N°9	243.000	1"	CAJA DE PURGA N°9	0+243	0.000	0.000	0.000	0.000	5.000
13.000	LINEA DE RAMALES N°10	156.000	1"	CAJA DE PURGA N°10	0+156	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000

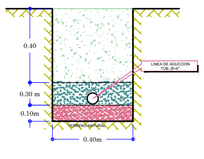
CUADRO DE BMS			
BM #	COORDENADAS - UTM		
	NORTE	ESTE	m.s.n.m
BM - 01	8649635.196	489170.47	3544.481
BM - 02	8649799.289	489066.826	3534.63
BM - 03	8650182.32	488723.06	3730.25
BM - 04	8650231.96	488562.17	3694.25
BM - 05	8650434.92	488220.73	3575.25

CUADRO DE CALICATAS			
CALICATA	NORTE	ESTE	M.S.N.M
CA-01	8649581.44	489205.11	3542.00
CA-02	8649628.272	487949.017	3491.52

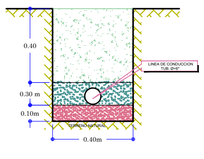
Canal colector long.=15 ml
De progresiva 0+00.0 - 0 +015



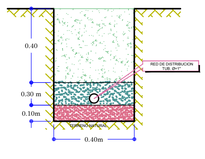
Linea de Aduccion long.= 2305 ml
De progresiva 0+015 - 2+320



Linea de conducción long.= 1633 ml
De progresiva 2+320- 3+953



Ramal de Distribución



PLANO PLANTEAMIENTO GENERAL

ESC:1/1300

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION

REGION	: JUNIN
PROVINCIA	: HUANCAYO
DISTRITO	: PUCARA
LUGAR	MARCAVALLE

PLANO: PLANTEAMIENTO GENERAL

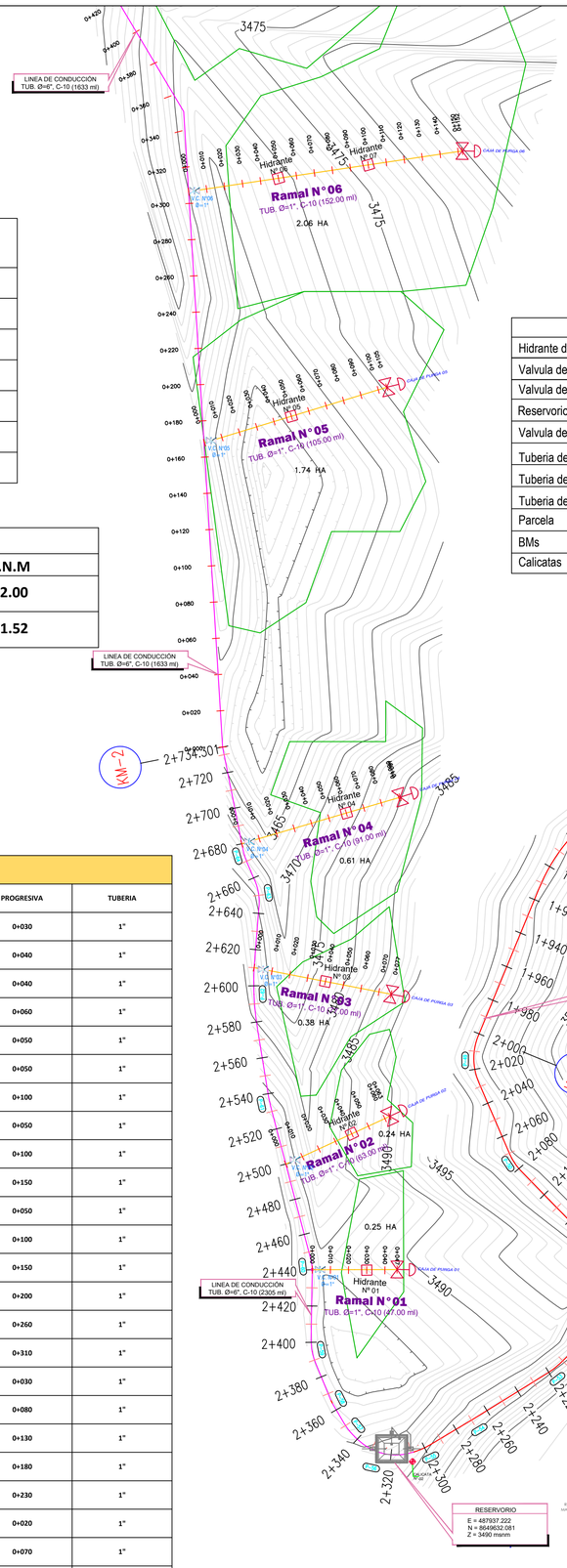
CODIGO: PL-01

ESCALA:	DISEÑO :	REVISION Y ASESOR:	FECHA:	REFERENCIA :
INDICADA	Bach. PEDRO GODOY JERONIMO Bach. ANGEL TACAS DIAZ	ING. RICHARD CONDORI	FEBRERO - 2025	DATUM WGS84

CUADRO DE BMS			
BM #	COORDENADAS - UTM		
	NORTE	ESTE	m.s.n.m
BM - 01	8649635.196	489170.47	3544.481
BM - 02	8649799.289	489066.826	3534.63
BM - 03	8650182.32	488723.06	3730.25
BM - 04	8650231.96	488562.17	3694.25
BM - 05	8650434.92	488220.73	3575.25

CUADRO DE CALICATAS			
CALICATA	NORTE	ESTE	M.S.N.M
CA-01	8649581.44	489205.11	3542.00
CA-02	8649628.272	487949.017	3491.52

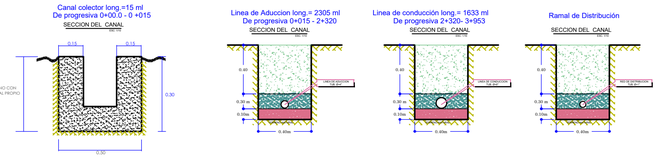
UBICACIÓN DE CAJAS HIDRANTES					
LINEA	HIDRANTE	E	N	PROGRESIVA	TUBERIA
RAMAL 1	1.000	487923.808	8649734.116	0+030	1"
RAMAL 2	2.000	487915.602	8649808.926	0+040	1"
RAMAL 3	3.000	487901.085	8649892.774	0+040	1"
RAMAL 4	4.000	487912.593	8649985.598	0+060	1"
RAMAL 5	5.000	487882.326	8650204.122	0+050	1"
RAMAL 6	6.000	487875.199	8650335.203	0+050	1"
	7.000	487924.655	8650342.558	0+100	1"
RAMAL 7	8.000	487829.819	8650456.865	0+050	1"
	9.000	487877.332	8650474.439	0+100	1"
	10.000	487923.439	8650492.012	0+150	1"
RAMAL 8	11.000	487744.970	8650598.977	0+050	1"
	12.000	487792.257	8650615.223	0+100	1"
	13.000	487839.544	8650631.469	0+150	1"
	14.000	487886.831	8650647.714	0+200	1"
	15.000	487943.576	8650667.209	0+260	1"
	16.000	487990.863	8650683.455	0+310	1"
RAMAL 9	17.000	487597.162	8650808.754	0+030	1"
	18.000	487644.935	8650823.510	0+080	1"
	19.000	487692.708	8650838.266	0+130	1"
	20.000	487740.481	8650853.021	0+180	1"
	21.000	487788.255	8650867.777	0+230	1"
RAMAL 10	22.000	487452.725	8651033.413	0+020	1"
	23.000	487498.226	8651054.140	0+070	1"
	24.000	487543.728	8651074.867	0+120	1"



LEYENDA
Hidrante dos Salidas
Valvula de control
Valvula de Aire
Reservorio
Valvula de Purga
Tuberia de linea de conduccion
Tuberia de linea de distribucion
Tuberia de Ramales
Parcela
BMs
Calicatas

UBICACIÓN DE CAJAS DE PURGA O LIMPIA					
LINEA	LINEA DE INGRESO	PROGRESIVA	E	N	LINEA DE SALIDA
RAMAL 1	1"	0+047	487940.530	8649734.148	0.000
RAMAL 2	1"	0+063	487936.429	8649818.501	0.000
RAMAL 3	1"	0+077	487937.261	8649885.737	0.000
RAMAL 4	1"	0+091	487942.252	8649994.327	0.000
RAMAL 5	1"	0+105	487934.901	8650220.124	0.000
RAMAL 6	1"	0+152	487976.400	8650350.254	0.000
RAMAL 7	1"	0+183	487953.935	8650503.462	0.000
RAMAL 8	1"	0+342	488021.074	8650693.834	0.000
RAMAL 9	1"	0+243	487800.312	8650871.302	0.000
RAMAL 10	1"	0+156	487576.164	8651089.642	0.000

ITEM	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	DIAMETRO DE TUBERIA	VÁLVULAS DE PURGA		VÁLVULAS DE AIRE		CÁMARA ROMPE PRESIÓN		NÚMERO DE HIDRANTES
				DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	
1.000	LINEA DE ADUCCION	15.000	REVESTIDO	0.000	0.000			0.000	0.000	0.000
2.000	LINEA DE ADUCCION	2305.000	4"	V. PURGA N° 01	1+000	V. AIRE N° 01	0+870	0.000	0.000	0.000
3.000	LINEA DE CONDUCCION	1633.300	2"	V. PURGA N° 02	0+340	V. AIRE N° 02	0+320	0.000	0.000	0.000
4.000	LINEA DE RAMALES N°1	47.000	1"	CAJA DE PURGA N°1	0+047			0.000	0.000	1.000
5.000	LINEA DE RAMALES N°2	63.000	1"	CAJA DE PURGA N°2	0+063			0.000	0.000	1.000
6.000	LINEA DE RAMALES N°3	77.000	1"	CAJA DE PURGA N°3	0+077			0.000	0.000	1.000
7.000	LINEA DE RAMALES N°4	91.000	1"	CAJA DE PURGA N°4	0+091			0.000	0.000	1.000
8.000	LINEA DE RAMALES N°5	105.000	1"	CAJA DE PURGA N°5	0+105			0.000	0.000	1.000
9.000	LINEA DE RAMALES N°6	152.000	1"	CAJA DE PURGA N°6	0+152			0.000	0.000	2.000
10.000	LINEA DE RAMALES N°7	183.000	1"	CAJA DE PURGA N°7	0+183			0.000	0.000	3.000
11.000	LINEA DE RAMALES N°8	342.000	1"	CAJA DE PURGA N°8	0+342			0.000	0.000	6.000
12.000	LINEA DE RAMALES N°9	243.000	1"	CAJA DE PURGA N°9	0+243			0.000	0.000	5.000
13.000	LINEA DE RAMALES N°10	156.000	1"	CAJA DE PURGA N°10	0+156			0.000	0.000	3.000



UNIVERSIDAD CONTINENTAL

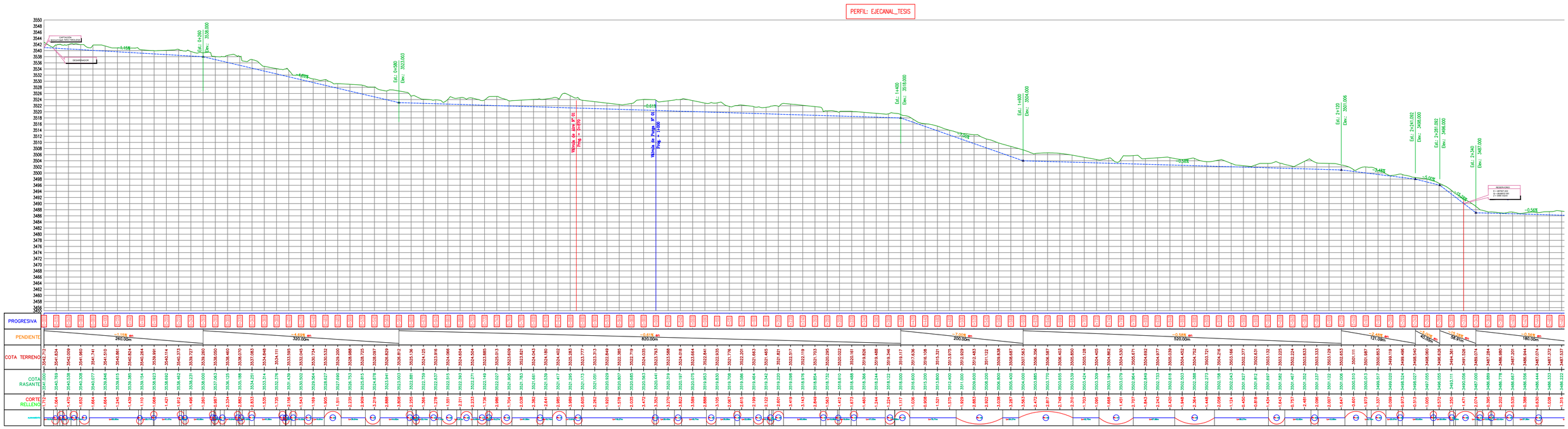
TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION
REGION : JUNIN
PROVINCIA : HUANCAYO
DISTRITO : PUCARA
LUGAR MARCAVALLE

PLANO: PLANTEAMIENTO GENERAL

CODIGO: PL-02

ESCALA: INDICADA
DISEÑO : Bach. PEDRO GODOY JERONIMO, Bach. ANGEL TACAS DIAZ
REVISION Y ASESOR: ING. RICHARD CONDORI
FECHA: FEBRERO - 2025
REFERENCIA : DATUM WGS84



PERFIL LONG.LINEA CONDUCCION

HORZ. : 1/1400

VERT. : 1/700

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-1	34°52'40"	10.000	3.14	6.09	0.48	0+015.51	0+021.59	8649602.002	489202.077
P-2	24°14'32"	10.000	2.15	4.23	0.23	0+025.81	0+030.04	8649609.141	489195.801
P-3	37°45'34"	8.000	2.74	5.27	0.45	0+031.60	0+036.87	8649615.300	489193.909
P-4	46°57'34"	11.167	4.85	9.15	1.01	0+044.18	0+053.33	8649623.876	489181.736
P-5	30°15'29"	30.000	8.11	15.84	1.08	0+058.09	0+073.93	8649641.428	489179.309
P-6	24°23'05"	10.000	2.16	4.26	0.23	0+154.43	0+158.69	8649712.831	489123.255
P-7	30°36'22"	2.075	0.57	1.11	0.08	0+178.86	0+179.97	8649723.397	489102.942
P-8	38°20'21"	5.000	1.74	3.35	0.29	0+221.44	0+224.79	8649760.559	489079.800
P-9	38°46'45"	5.892	2.07	3.99	0.35	0+228.39	0+232.38	8649767.932	489080.630
P-10	27°12'09"	9.596	2.32	4.56	0.28	0+273.27	0+277.83	8649806.191	489056.395
P-11	20°48'38"	5.000	0.92	1.82	0.08	0+278.49	0+280.30	8649810.072	489056.045
P-12	31°54'21"	11.965	3.42	6.66	0.48	0+288.08	0+294.74	8649820.965	489050.742
P-13	38°34'20"	5.725	2.00	3.85	0.34	0+314.58	0+318.43	8649834.401	489029.351
P-14	42°53'09"	5.000	1.96	3.74	0.37	0+320.16	0+323.91	8649839.777	489027.469
P-15	15°28'21"	30.000	4.08	8.10	0.28	0+335.50	0+343.60	8649848.007	489011.873
P-16	17°34'46"	30.000	4.64	9.20	0.36	0+385.19	0+394.40	8649882.504	488975.256
P-17	32°47'26"	1.352	0.40	0.77	0.06	0+394.85	0+395.62	8649887.295	488972.587
P-18	13°38'52"	30.000	3.59	7.15	0.21	0+403.63	0+410.78	8649892.942	488962.002
P-19	23°26'17"	30.000	6.22	12.27	0.64	0+426	0+438.27	8649909.606	488943.318
P-20	33°32'13"	47.087	14.19	27.56	2.09	0+458.08	0+485.64	8649922.230	488905.130

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-21	46°05'08"	30.000	12.76	24.13	2.60	0+525.18	0+549.31	8649974.501	488864.038
P-22	67°23'06"	6.530	4.35	7.68	1.32	0+593.93	0+601.61	8649980.679	488802.615
P-23	1°01'22"	30.000	0.27	0.54	0.00	0+607.87	0+608.41	8649991.094	488799.457
P-24	22°58'44"	30.000	6.10	12.03	0.61	0+630.54	0+642.58	8650018.217	488790.699
P-25	47°28'11"	30.000	13.19	24.86	2.77	0+649.72	0+674.58	8650044.549	488793.042
P-26	35°07'15"	30.000	9.49	18.39	1.47	0+681.25	0+699.64	8650066.234	488773.251
P-27	27°07'39"	30.000	7.24	14.20	0.86	0+708.70	0+722.90	8650091.812	488769.990
P-28	24°51'31"	7.027	1.55	3.05	0.17	0+725.22	0+728.27	8650100.979	488763.715
P-29	33°04'30"	30.000	8.91	17.32	1.29	0+747.55	0+764.86	8650130.299	488758.791
P-30	16°33'29"	30.000	4.37	8.67	0.32	0+806.46	0+815.13	8650170.680	488721.648
P-31	65°29'01"	19.640	12.63	22.45	3.71	0+830.87	0+853.31	8650187.458	488693.539
P-32	40°58'42"	16.168	6.04	11.56	1.09	0+866.92	0+878.48	8650219.541	488697.091
P-33	6°46'19"	35.000	2.07	4.14	0.06	0+996.75	1+000.89	8650323.492	488625.215
P-34	18°56'31"	35.034	5.84	11.58	0.48	1+030.29	1+041.87	8650351.467	488600.523
P-35	42°41'15"	20.940	8.18	15.60	1.54	1+082.58	1+098.18	8650378.526	488552.939
P-36	15°11'10"	30.000	4.00	7.95	0.27	1+128.75	1+136.70	8650368.865	488511.301
P-37	26°13'20"	35.000	8.15	16.02	0.94	1+159.58	1+175.60	8650370.164	488476.292
P-38	32°57'03"	7.591	2.25	4.37	0.33	1+184.96	1+189.32	8650362.097	488458.259
P-39	32°22'25"	30.000	8.71	16.95	1.24	1+191.63	1+208.58	8650350.965	488451.043
P-40	58°55'15"	8.230	4.65	8.46	1.22	1+269.27	1+277.74	8650320.053	488383.759

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-41	68°24'40"	2.219	1.51	2.65	0.46	1+296.62	1+299.27	8650334.144	488363.059
P-42	16°39'33"	30.000	4.39	8.72	0.32	1+319.11	1+327.83	8650319.690	488341.764
P-43	81°37'42"	10.708	9.25	15.26	3.44	1+374.86	1+390.12	8650301.439	488283.902
P-44	46°45'55"	30.000	12.97	24.49	2.68	1+390.49	1+414.98	8650279.131	488287.490
P-45	71°36'42"	60.852	43.90	76.06	14.18	1+490.69	1+566.75	8650174.129	488206.539
P-46	116°35'53"	43.459	70.36	88.44	39.24	1+593.02	1+681.46	8650057.601	488285.084
P-47	21°58'21"	145.789	28.30	55.91	2.72	1+724.16	1+780.07	8650039.434	488144.890
P-48	38°15'33"	97.063	33.67	64.81	5.67	1+847.96	1+912.77	8649975.773	488031.706
P-49	45°45'38"	33.231	14.02	26.54	2.84	2+001.04	2+027.58	8649850.053	487979.927
P-50	20°51'45"	31.757	5.85	11.56	0.53	2+070.40	2+081.96	8649792.512	488004.799
P-51	43°52'51"	47.152	18.99	36.11	3.68	2+125.94	2+162.05	8649743.207	488052.809
P-52	46°09'31"	30.000	12.78	24.17	2.61	2+168.84	2+193.01	8649704.646	488053.050
P-53	12°27'57"	30.000	3.28	6.53	0.18	2+213.07	2+219.60	8649679.460	488027.150
P-54	0°51'11"	30.000	0.22	0.45	0.00	2+270.25	2+270.70	8649650.980	487981.096
P-55	12°05'39"	30.000	3.18	6.33	0.17	2+297.35	2+303.68	8649635.557	487955.304
P-56	61°51'57"	30.000	17.98	32.39	4.97	2+306.67	2+339.07	8649627.779	487932.439
P-57	16°33'28"	30.000	4.37	8.67	0.32	2+342.14	2+350.81	8649645.142	487913.873
P-58	8°01'04"	12.536	0.88	1.75	0.03	2+364.34	2+366.10	8649661.338	487904.384
P-59	23°18'07"	30.000	6.19	12.20	0.63	2+388.72	2+400.92	8649688.797	487893.098
P-60	15°40'21"	30.000	4.13	8.21	0.28	2+438.30	2+446.50	8649736.483	487893.895

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-61	5°25'48"	30.000	1.42	2.84	0.03	2+534.03	2+536.87	8649826.507	487870.253
P-62	13°54'44"	152.952	18.66	37.14	1.13	2+576.75	2+613.89	8649885.687	487860.578
P-63	27°46'06"	30.000	7.42	14.54	0.90	2+643.85	2+658.39	8649941.540	487865.099
P-64	11°54'57"	30.000	3.13	6.24	0.16	2+670.10	2+676.34	8649962.002	487856.354

CUADRO DE BMS

BM #	COORDENADAS - UTM		
	NORTE	ESTE	m.s.n.m
BM - 01	8649635.196	489170.47	3544.481
BM - 02	8649799.289	489066.826	3534.63
BM - 03	8650182.32	488723.06	3730.25
BM - 04	8650231.96	488562.17	3694.25
BM - 05	8650434.92	488220.73	3575.25

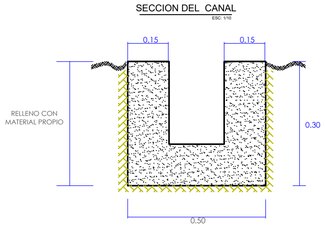
CUADRO DE CALICATAS

CALICATA	NORTE	ESTE	M.S.N.M
CA-01	8649581.44	489205.11	3542.00
CA-02	8649628.272	487949.017	3491.52

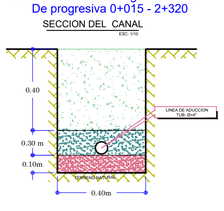
UBICACIÓN DE CAJAS DE PURGA O LIMPIA

LINEA	LINEA DE INGRESO	PROGRESIVA	E	N	LINEA DE SALIDA
RAMAL 1	1"	0+047	487940.530	8649734.148	0.000
RAMAL 2	1"	0+063	487936.429	8649818.501	0.000
RAMAL 3	1"	0+077	487937.261	8649885.737	0.000
RAMAL 4	1"	0+091	487942.252	8649994.327	0.000
RAMAL 5	1"	0+105	487934.901	8650220.124	0.000
RAMAL 6	1"	0+152	487976.400	8650350.254	0.000
RAMAL 7	1"	0+183	487953.935	8650503.462	0.000
RAMAL 8	1"	0+342	488021.074	8650693.834	0.000
RAMAL 9	1"	0+243	487800.312	8650871.302	0.000
RAMAL 10	1"	0+156	487576.164	8651089.642	0.000

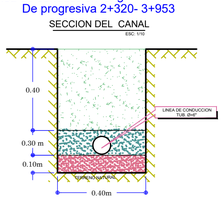
Canal colector long.=15 ml
De progresiva 0+00.0 - 0 +015



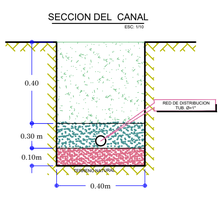
Linea de Aduccion long.= 2305 ml
De progresiva 0+015 - 2+320



Linea de conducción long.= 1633 ml
De progresiva 2+320- 3+953



Ramal de Distribución



UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION
REGION : JUNIN
PROVINCIA : HUANCAYO
DISTRITO : PUCARA
LUGAR MARCAVALLE

PLANO: PLANTEAMIENTO GENERAL

CODIGO: PL-03

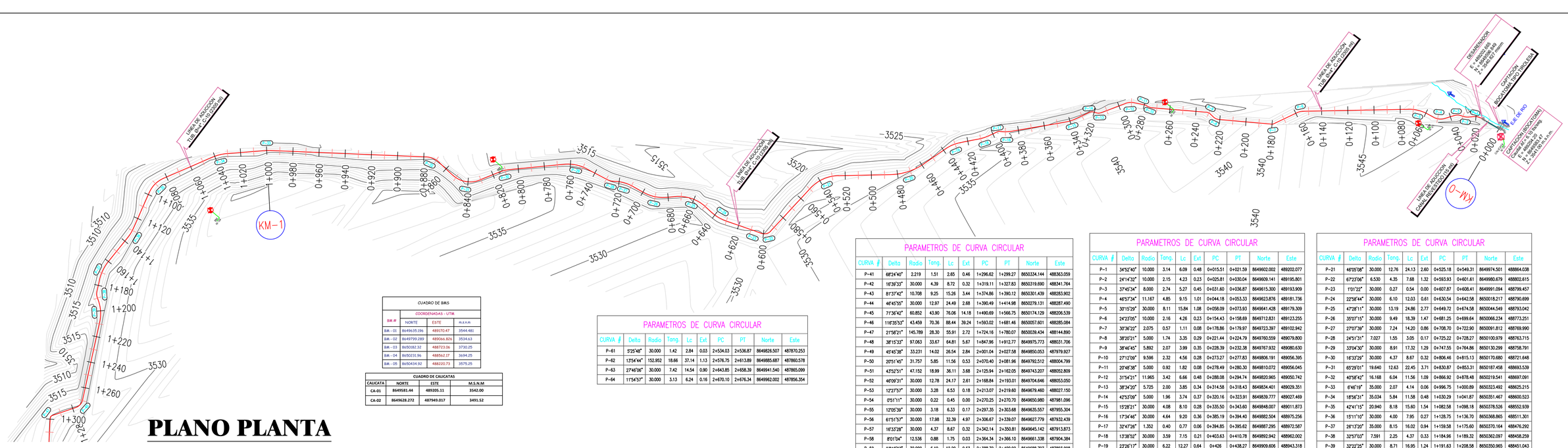
ESCALA: INDICADA

DISEÑO : Bach. PEDRO GODOY JERONIMO
Bach. ANGEL TACAS DIAZ

REVISION Y ASESOR: ING. RICHARD CONDORI

FECHA: FEBRERO - 2025

REFERENCIA : DATUM WGS84



PLANO PLANTA

ESC. : 1/1500

CUADRO DE BMS			
	COORDENADAS - UTM		
BM #	NORTE	ESTE	m.s.n.m
BM - 01	8649635.196	489170.47	3544.481
BM - 02	8649799.289	489066.826	3534.63
BM - 03	8650182.32	488723.06	3730.25
BM - 04	8650231.96	488562.17	3694.25
BM - 05	8650434.92	488220.73	3575.25

CUADRO DE CALICATAS			
CALICATA	NORTE	ESTE	M.S.N.M
CA-01	8649581.44	489205.11	3542.00
CA-02	8649628.272	487949.017	3491.52

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-61	5°25'48"	30.000	1.42	2.84	0.03	2+534.03	2+536.87	8649826.507	487870.253
P-62	175'4'44"	152.952	18.66	37.14	1.13	2+576.75	2+613.89	8649885.687	487860.578
P-63	27'46'08"	30.000	7.42	14.54	0.90	2+643.85	2+658.39	8649941.540	487865.099
P-64	11'54'57"	30.000	3.13	6.24	0.16	2+670.10	2+676.34	8649962.002	487856.354

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

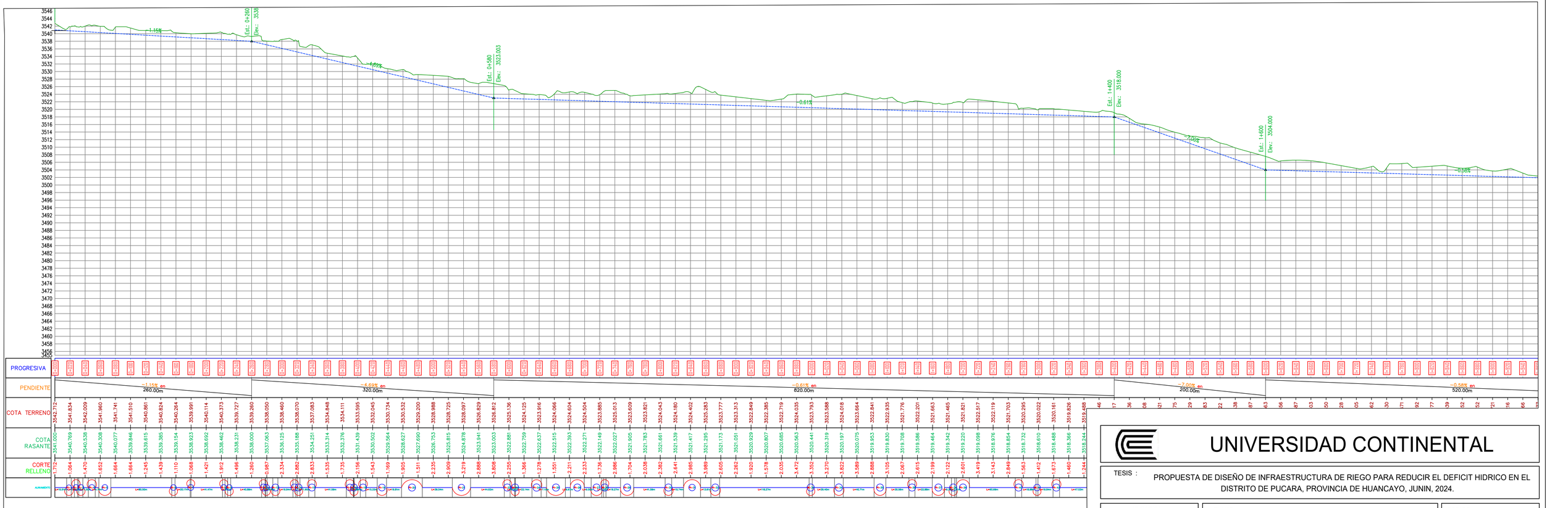
CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-41	68°24'40"	2.219	1.51	2.65	0.46	1+296.62	1+299.27	8650334.144	488363.059
P-42	16°39'33"	30.000	4.39	8.72	0.32	1+319.11	1+327.83	8650319.690	488341.764
P-43	81°37'42"	10.708	9.25	15.26	3.44	1+374.86	1+390.12	8650301.439	488283.902
P-44	46°45'55"	30.000	12.97	24.49	2.68	1+390.49	1+414.98	8650279.131	488287.490
P-45	71°36'42"	60.852	43.90	76.06	14.18	1+490.69	1+566.75	8650174.129	488206.539
P-46	116°35'53"	43.459	70.36	88.44	39.24	1+593.02	1+681.46	8650057.601	488285.084
P-47	21°58'21"	145.789	28.30	55.91	2.72	1+724.16	1+780.07	8650039.434	488144.890
P-48	38°15'33"	97.063	33.67	64.81	5.67	1+847.96	1+912.77	8649975.773	488031.706
P-49	45°45'38"	33.231	14.02	26.54	2.84	2+001.04	2+027.58	8649850.053	487979.927
P-50	20°51'45"	31.757	5.85	11.56	0.53	2+070.40	2+081.96	8649792.512	488004.799
P-51	43°52'31"	47.152	18.99	36.11	3.68	2+125.94	2+162.05	8649743.207	488052.809
P-52	46°09'31"	30.000	12.78	24.17	2.61	2+168.84	2+193.01	8649704.646	488053.050
P-53	172°27'57"	30.000	3.28	6.53	0.18	2+213.07	2+219.60	8649679.460	488027.150
P-54	0°51'11"	30.000	0.22	0.45	0.00	2+270.25	2+270.70	8649650.880	487981.096
P-55	12°05'39"	30.000	3.18	6.33	0.17	2+297.35	2+303.68	8649635.557	487955.304
P-56	61°51'57"	30.000	17.98	32.39	4.97	2+306.67	2+339.07	8649627.779	487932.439
P-57	16°33'28"	30.000	4.37	8.67	0.32	2+342.14	2+350.81	8649645.142	487913.873
P-58	8°01'04"	12.536	0.88	1.75	0.03	2+364.34	2+366.10	8649661.338	487904.384
P-59	23°18'07"	30.000	6.19	12.20	0.63	2+388.72	2+400.92	8649688.797	487893.098
P-60	15°40'21"	30.000	4.13	8.21	0.28	2+438.30	2+446.50	8649736.483	487893.895

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-1	34°52'40"	10.000	3.14	6.09	0.48	0+015.51	0+021.59	8649602.002	489202.077
P-2	24°14'32"	10.000	2.15	4.23	0.23	0+025.81	0+030.04	8649609.141	489195.801
P-3	37°45'34"	8.000	2.74	5.27	0.45	0+031.60	0+036.87	8649615.300	489193.909
P-4	46°57'34"	11.167	4.85	9.15	1.01	0+044.18	0+053.33	8649623.876	489181.736
P-5	30°15'29"	30.000	8.11	15.84	1.08	0+058.09	0+073.93	8649641.428	489179.309
P-6	24°23'05"	10.000	2.16	4.26	0.23	0+154.43	0+158.69	8649712.831	489123.255
P-7	30°36'22"	2.075	0.57	1.11	0.08	0+178.86	0+179.97	8649723.397	489102.942
P-8	38°20'21"	5.000	1.74	3.35	0.29	0+221.44	0+224.79	8649760.559	489079.800
P-9	38°46'45"	5.892	2.07	3.99	0.35	0+228.39	0+232.38	8649767.932	489080.630
P-10	27°12'09"	9.596	2.32	4.56	0.28	0+273.27	0+277.83	8649806.191	489056.395
P-11	20°48'38"	5.000	0.92	1.82	0.08	0+278.49	0+280.30	8649810.072	489056.045
P-12	31°54'21"	11.965	3.42	6.66	0.48	0+288.08	0+294.74	8649820.965	489050.742
P-13	38°34'20"	5.725	2.00	3.85	0.34	0+314.58	0+318.43	8649834.401	489029.351
P-14	42°53'09"	5.000	1.96	3.74	0.37	0+320.16	0+323.91	8649839.777	489027.469
P-15	15°28'21"	30.000	4.08	8.10	0.28	0+335.50	0+343.60	8649848.007	489011.873
P-16	17°34'46"	30.000	4.64	9.20	0.36	0+385.19	0+394.40	8649882.504	488975.256
P-17	32°47'28"	1.352	0.40	0.77	0.06	0+394.85	0+395.62	8649887.295	488972.587
P-18	13°38'52"	30.000	3.59	7.15	0.21	0+403.63	0+410.78	8649892.942	488962.002
P-19	23°26'17"	30.000	6.22	12.27	0.64	0+426	0+438.27	8649909.606	488943.318
P-20	33°32'13"	47.087	14.19	27.56	2.09	0+458.08	0+485.64	8649922.230	488905.130

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-21	46°05'08"	30.000	12.76	24.13	2.60	0+525.18	0+549.31	8649974.501	488864.038
P-22	6°23'06"	6.530	4.35	7.68	1.32	0+583.93	0+601.61	8649980.679	488802.615
P-23	1°01'22"	30.000	0.27	0.54	0.00	0+607.87	0+608.41	8649991.094	488799.457
P-24	22°58'44"	30.000	6.10	12.03	0.61	0+630.54	0+642.58	8650018.217	488790.699
P-25	47°28'11"	30.000	13.19	24.86	2.77	0+649.72	0+674.58	8650044.549	488793.042
P-26	35°07'15"	30.000	9.49	18.39	1.47	0+681.25	0+699.64	8650066.234	488773.251
P-27	27°07'39"	30.000	7.24	14.20	0.86	0+708.70	0+722.90	8650091.812	488769.990
P-28	24°51'31"	7.027	1.55	3.05	0.17	0+725.22	0+728.27	8650100.979	488763.715
P-29	33°04'36"	30.000	8.91	17.32	1.29	0+747.55	0+764.86	8650130.299	488758.791
P-30	16°33'29"	30.000	4.37	8.67	0.32	0+806.46	0+815.13	8650170.680	488721.648
P-31	65°29'01"	19.640	12.63	22.45	3.71	0+830.87	0+853.31	8650187.458	488693.539
P-32	40°58'42"	16.168	6.04	11.56	1.09	0+866.92	0+878.48	8650219.541	488697.091
P-33	6°46'19"	35.000	2.07	4.14	0.06	0+996.75	1+000.89	8650323.492	488625.215
P-34	18°56'31"	35.034	5.84	11.58	0.48	1+030.29	1+041.87	8650351.467	488600.523
P-35	42°41'15"	20.940	8.18	15.60	1.54	1+082.58	1+098.18	8650378.526	488552.939
P-36	15°11'10"	30.000	4.00	7.95	0.27	1+128.75	1+136.70	8650368.865	488511.301
P-37	26°13'20"	35.000	8.15	16.02	0.94	1+159.58	1+175.60	8650370.164	488476.292
P-38	32°57'03"	7.591	2.25	4.37	0.33	1+184.96	1+189.32	8650362.097	488458.259
P-39	32°22'25"	30.000	8.71	16.95	1.24	1+191.63	1+208.58	8650350.965	488451.043
P-40	58°55'15"	8.230	4.65	8.46	1.22	1+269.27	1+277.74	8650320.053	488383.759



PERFIL LONG.LINEA CONDUCCION

HORZ. : 1/1400

VERT. : 1/700

PLANO PLANTEAMIENTO GENERAL

ESC:1/1300

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION

REGION	: JUNIN
PROVINCIA	: HUANCAYO
DISTRITO	: PUCARA
LUGAR	MARCAVALLE

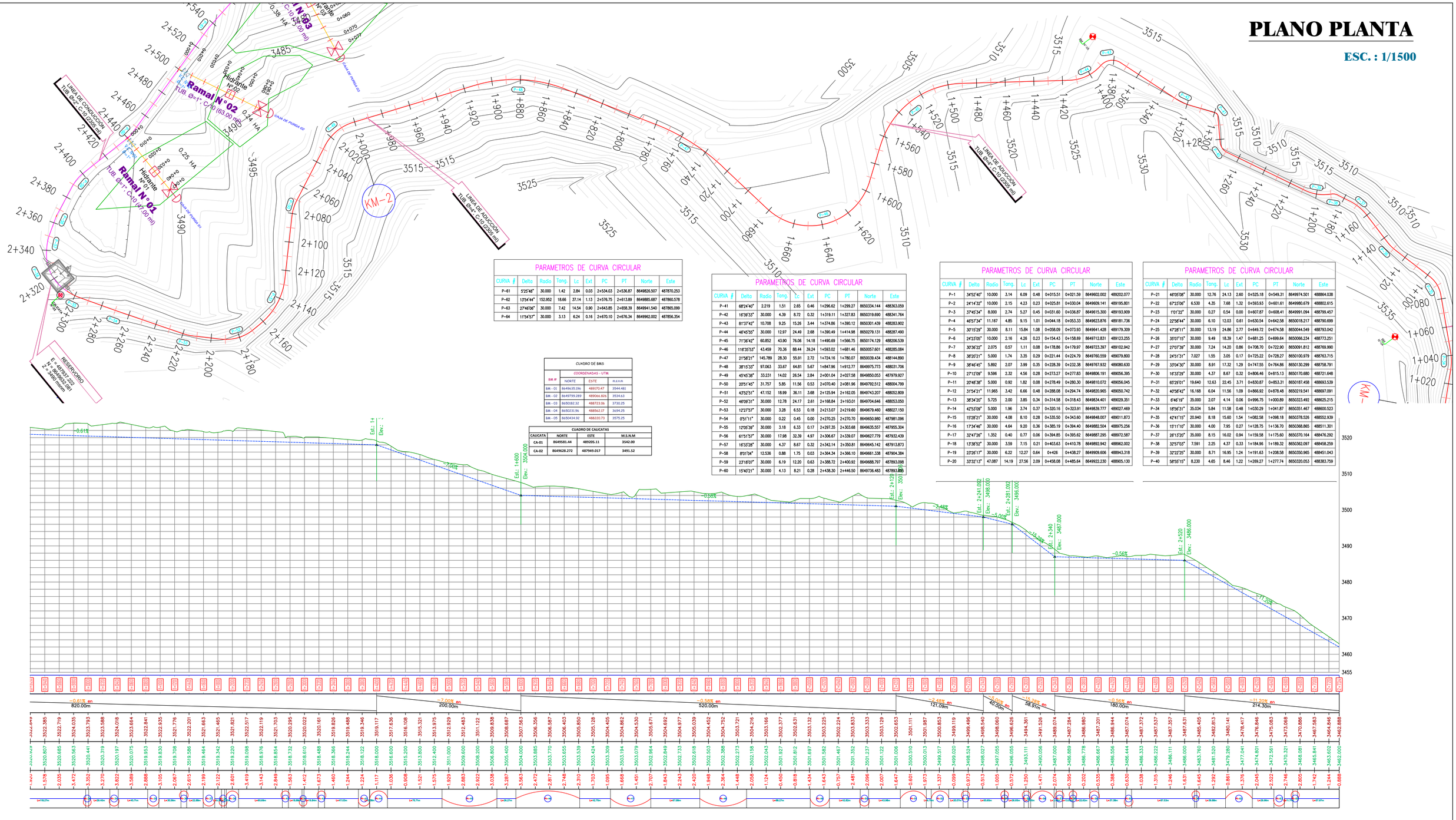
PLANO: TOPOGRAFIA
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

CODIGO: TP-01

ESCALA:	DISEÑO :	REVISION Y ASESOR:	FECHA:	REFERENCIA :
INDICADA	Bach. PEDRO GODOY JERONIMO Bach. ANGEL TACAS DIAZ	ING. RICHARD CONDORI	FEBRERO - 2025	DATUM WGS84

PLANO PLANTA

ESC. : 1/1500



PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-61	5°25'48"	30.000	1.42	2.84	0.03	2+534.03	2+536.87	8649826.507	487870.253
P-62	175°4'44"	152.952	18.66	37.14	1.13	2+576.75	2+613.89	8649885.687	487860.578
P-63	27°46'06"	30.000	7.42	14.54	0.90	2+643.85	2+658.39	8649941.540	487865.099
P-64	11°54'57"	30.000	3.13	6.24	0.16	2+670.10	2+676.34	8649962.002	487856.354

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-41	68°24'40"	2.219	1.51	2.65	0.46	1+296.62	1+299.27	8650334.144	488363.059
P-42	16°39'33"	30.000	4.39	8.72	0.32	1+319.11	1+327.83	8650319.690	488341.764
P-43	81°37'45"	10.708	9.25	15.26	3.44	1+374.86	1+390.12	8650301.439	488283.902
P-44	46°45'55"	30.000	12.97	24.49	2.68	1+390.49	1+414.98	8650279.131	488287.490
P-45	71°35'42"	60.852	43.90	76.06	14.18	1+490.69	1+566.75	8650174.129	488206.539
P-46	116°35'53"	43.459	70.36	88.44	39.24	1+593.02	1+681.46	8650057.601	488285.084
P-47	215°58'21"	145.789	28.30	55.91	2.72	1+724.16	1+780.07	8650039.434	488144.890
P-48	38°15'33"	97.063	33.67	64.81	5.67	1+847.96	1+912.77	8649975.773	488031.706
P-49	45°45'38"	33.231	14.02	26.54	2.84	2+001.04	2+027.58	8649850.053	487979.927
P-50	20°51'45"	31.757	5.85	11.56	0.53	2+070.40	2+081.96	8649792.512	488004.799
P-51	43°52'51"	47.152	18.99	36.11	3.68	2+125.94	2+162.05	8649743.207	488052.809
P-52	46°09'31"	30.000	12.78	24.17	2.61	2+168.84	2+193.01	8649704.646	488053.050
P-53	12°27'57"	30.000	3.28	6.53	0.18	2+213.07	2+219.60	8649679.460	488027.150
P-54	0°51'11"	30.000	0.22	0.45	0.00	2+270.25	2+270.70	8649650.980	487981.096
P-55	12°05'39"	30.000	3.18	6.33	0.17	2+297.35	2+303.68	8649635.557	487955.304
P-56	61°51'57"	30.000	17.98	32.39	4.97	2+306.67	2+339.07	8649627.779	487932.439
P-57	16°33'28"	30.000	4.37	8.67	0.32	2+342.14	2+350.81	8649645.142	487913.873
P-58	8°01'04"	12.536	0.88	1.75	0.03	2+364.34	2+366.10	8649661.338	487904.384
P-59	23°18'07"	30.000	6.19	12.20	0.63	2+388.72	2+400.92	8649688.797	487893.098
P-60	15°40'21"	30.000	4.13	8.21	0.28	2+438.30	2+446.50	8649736.483	487893.895

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-1	34°52'40"	10.000	3.14	6.09	0.48	0+015.51	0+021.59	8649602.002	489202.077
P-2	24°14'32"	10.000	2.15	4.23	0.23	0+025.81	0+030.04	8649609.141	489195.801
P-3	37°45'34"	8.000	2.74	5.27	0.45	0+031.60	0+036.87	8649615.300	489193.909
P-4	48°57'34"	11.167	4.85	9.15	1.01	0+044.18	0+053.33	8649623.876	489181.736
P-5	30°15'29"	30.000	8.11	15.84	1.08	0+058.09	0+073.93	8649641.428	489179.309
P-6	24°23'05"	10.000	2.16	4.26	0.23	0+154.43	0+158.69	8649712.831	489123.255
P-7	30°36'22"	2.075	0.57	1.11	0.08	0+178.86	0+179.97	8649723.397	489102.942
P-8	38°20'21"	5.000	1.74	3.35	0.29	0+221.44	0+224.79	8649760.559	489079.800
P-9	38°46'45"	5.892	2.07	3.99	0.35	0+228.39	0+232.38	8649767.932	489080.630
P-10	27°12'09"	9.596	2.32	4.56	0.28	0+273.27	0+277.83	8649806.191	489056.395
P-11	20°48'38"	5.000	0.92	1.82	0.08	0+278.49	0+280.30	8649810.072	489056.045
P-12	31°54'21"	11.965	3.42	6.66	0.48	0+288.08	0+294.74	8649820.965	489050.742
P-13	38°34'20"	5.725	2.00	3.85	0.34	0+314.58	0+318.43	8649834.401	489029.351
P-14	42°53'09"	5.000	1.96	3.74	0.37	0+320.16	0+323.91	8649839.777	489027.469
P-15	15°28'21"	30.000	4.08	8.10	0.28	0+335.50	0+343.60	8649848.007	489011.873
P-16	17°34'46"	30.000	4.64	9.20	0.36	0+385.19	0+394.40	8649882.504	488975.256
P-17	32°47'26"	1.352	0.40	0.77	0.06	0+394.85	0+395.62	8649887.295	488972.587
P-18	17°38'52"	30.000	3.59	7.15	0.21	0+403.63	0+410.78	8649892.942	488962.002
P-19	23°26'17"	30.000	6.22	12.27	0.64	0+426	0+438.27	8649909.606	488943.318
P-20	33°32'13"	47.087	14.19	27.56	2.09	0+458.08	0+485.64	8649922.230	488905.130

PARAMETROS DE CURVA CIRCULAR

CURVA #	Delta	Radio	Tang.	Lc	Ext	PC	PT	Norte	Este
P-21	46°05'08"	30.000	12.76	24.13	2.60	0+525.18	0+549.31	8649974.501	488864.038
P-22	67°23'06"	6.530	4.35	7.68	1.32	0+593.63	0+601.61	8649980.679	488802.615
P-23	1°01'22"	30.000	0.27	0.54	0.00	0+607.87	0+608.41	8649991.094	488799.457
P-24	22°58'44"	30.000	6.10	12.03	0.61	0+630.54	0+642.58	8650018.217	488790.699
P-25	47°28'11"	30.000	13.19	24.86	2.77	0+649.72	0+674.58	8650044.549	488793.042
P-26	35°07'15"	30.000	9.49	18.39	1.47	0+681.25	0+699.64	8650066.234	488773.251
P-27	27°07'39"	30.000	7.24	14.20	0.86	0+708.70	0+722.90	8650091.812	488769.890
P-28	24°51'31"	7.027	1.55	3.05	0.17	0+725.22	0+728.27	8650100.979	488763.715
P-29	33°04'30"	30.000	8.91	17.32	1.29	0+747.55	0+764.86	8650130.299	488758.791
P-30	16°33'29"	30.000	4.37	8.67	0.32	0+806.46	0+815.13	8650170.680	488721.648
P-31	65°29'01"	19.640	12.63	22.45	3.71	0+830.87	0+853.31	8650187.458	488693.539
P-32	40°58'42"	16.168	6.04	11.56	1.09	0+866.92	0+878.48	8650219.541	488697.091
P-33	6°46'19"	35.000	2.07	4.14	0.06	0+996.75	1+000.89	8650323.492	488625.215
P-34	18°56'31"	35.034	5.84	11.58	0.48	1+030.29	1+041.87	8650351.467	488600.523
P-35	42°41'15"	20.940	8.18	15.60	1.54	1+082.58	1+098.18	8650378.526	488552.939
P-36	15°11'10"	30.000	4.00	7.95	0.27	1+128.75	1+136.70	8650368.865	488511.301
P-37	28°13'20"	35.000	8.15	16.02	0.94	1+159.58	1+175.60	8650370.164	488476.292
P-38	32°57'03"	7.591	2.25	4.37	0.33	1+184.96	1+189.32	8650362.097	488458.259
P-39	32°22'25"	30.000	8.71	16.95	1.24	1+191.63	1+208.58	8650350.965	488451.043
P-40	58°55'15"	8.230	4.65	8.46	1.22	1+269.27	1+277.74	8650320.053	488383.759

CUADRO DE BMS

BM #	COORDENADAS - UTM		
	NORTE	ESTE	m.s.n.m.
BM - 01	8649635.396	489170.47	3544.481
BM - 02	8649799.289	489066.826	3534.63
BM - 03	8650382.32	488723.06	3730.25
BM - 04	8650231.96	488562.27	3694.25
BM - 05	8650434.92	488220.73	3575.25

CUADRO DE CALICATAS

CALICATA	NORTE	ESTE	M.S.N.M
CA-01	8649581.44	489205.11	3542.00
CA-02	8649628.272	487949.017	3491.52

PERFIL LONG.LINEA CONDUCCION

HORZ. : 1/1400

VERT. : 1/700

PLANO PLANTEAMIENTO GENERAL

ESC:1/1300

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

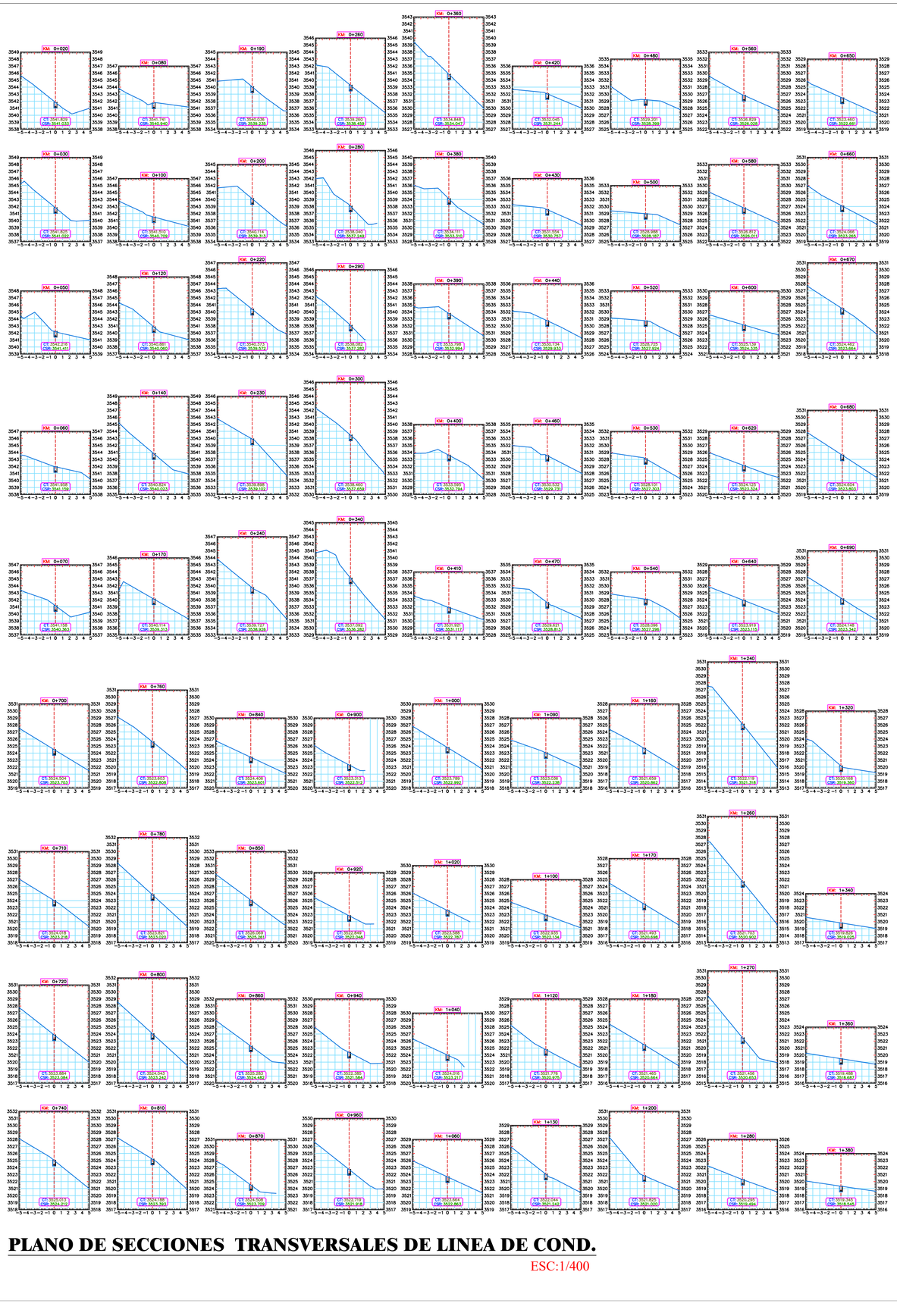
TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION	
REGION	: JUNIN
PROVINCIA	: HUANCAYO
DISTRITO	: PUCARA
LUGAR	MARCAVALLE

PLANO: TOPOGRAFIA
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

CODIGO: TP-02

ESCALA:	DISEÑO :	REVISION Y ASESOR:	FECHA:	REFERENCIA :
INDICADA	Bach. PEDRO GODOY JERONIMO Bach. ANGEL TACAS DIAZ	ING. RICHARD CONDORI	FEBRERO - 2025	DATUM WGS84



PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES DE LINEA DE COND.

ESC:1/400

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION

REGION	: JUNIN
PROVINCIA	: HUANCAYO
DISTRITO	: PUCARA
LUGAR	MARCAVALLE

PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES

CODIGO: SE-01

ESCALA:	DISEÑO :	REVISION Y ASESOR:	FECHA:	REFERENCIA :
INDICADA	Bach. PEDRO GODOY JERONIMO Bach. ANGEL TACAS DIAZ	ING. RICHARD CONDORI	FEBRERO - 2025	DATUM WGS84

ESPECIFICACION TECNICAS

RESERVORIO CON REVESTIMIENTO PARA CONTENCION DE LIQUIDOS

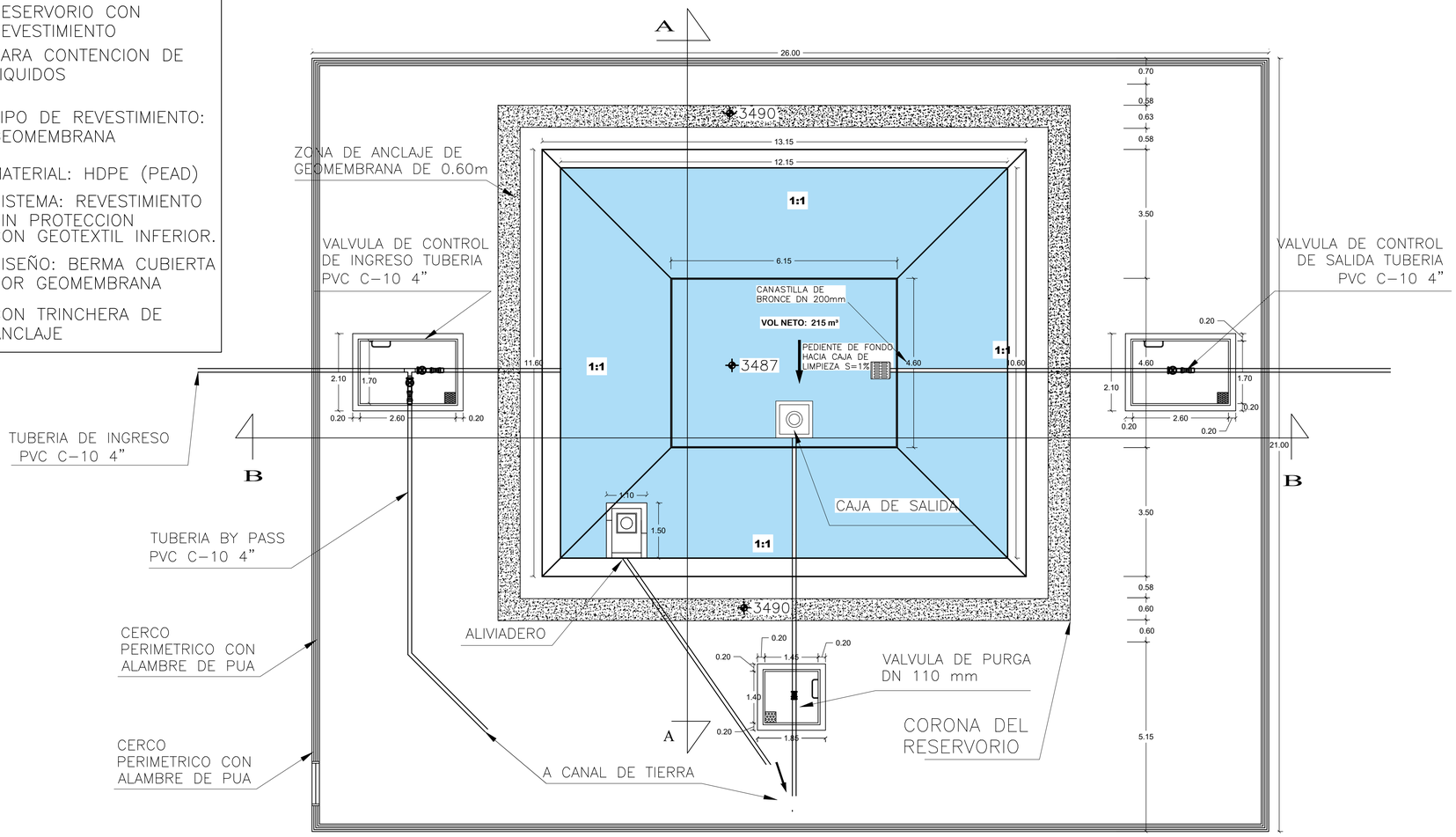
TIPO DE REVESTIMIENTO: GEOMEMBRANA

MATERIAL: HDPE (PEAD)

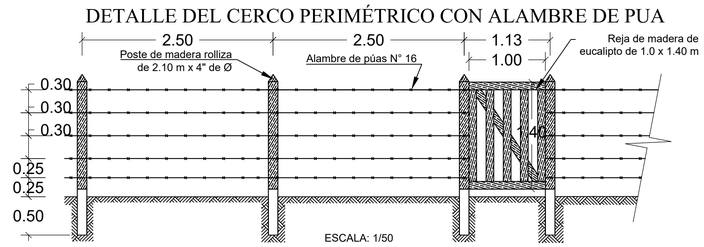
SISTEMA: REVESTIMIENTO SIN PROTECCION CON GEOTEXTIL INFERIOR.

DISEÑO: BERMA CUBIERTA POR GEOMEMBRANA

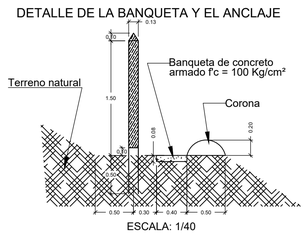
CON TRINCHERA DE ANCLAJE



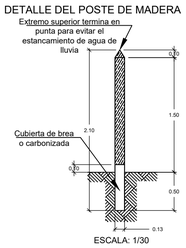
DETALLE DEL CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRE DE PUA



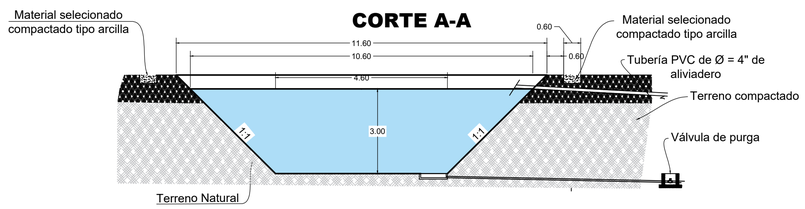
DETALLE DE LA BANQUETA Y EL ANCLAJE



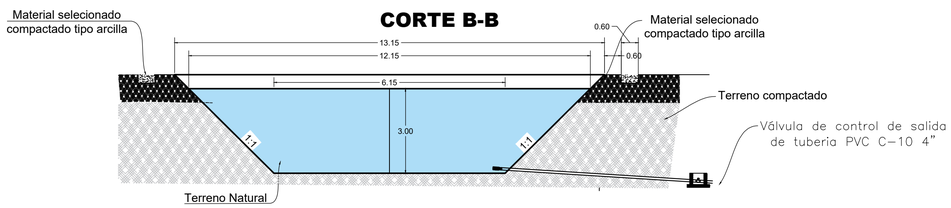
DETALLE DEL POSTE DE MADERA



CORTE A-A

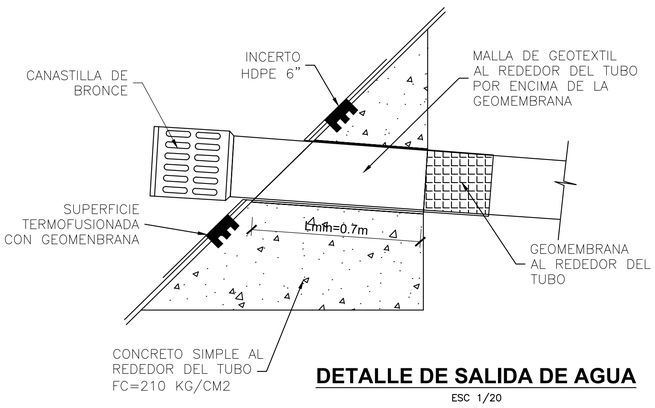


CORTE B-B



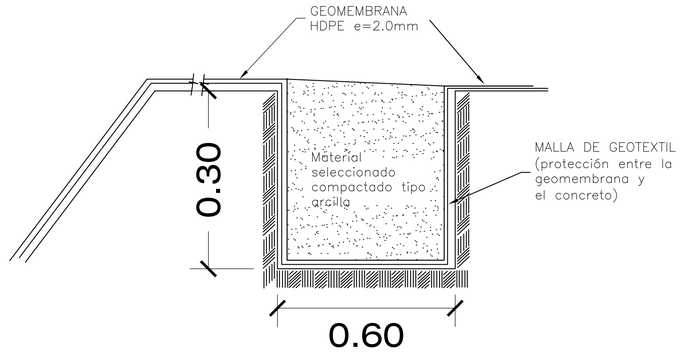
DETALLE DE SALIDA DE AGUA

ESC 1/20



DETALLE DE ANCLAJE

ESC 1/20



UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION	
REGION	: JUNIN
PROVINCIA	: HUANCAYO
DISTRITO	: PUCARA
LUGAR	MARCAVALLE

PLANO: RESERVORIO DE GEOMEMBRANA

CODIGO: RE-01

ESCALA:	DISEÑO :	REVISION Y ASESOR:	FECHA:	REFERENCIA :
INDICADA	Bach. PEDRO GODOY JERONIMO Bach. ANGEL TACAS DIAZ	ING. RICHARD CONDORI	FEBRERO - 2025	DATUM WGS84

UBICACIÓN DE CAJAS HIDRANTES					
LINEA	HIDRANTE	E	N	PROGRESIVA	TUBERIA
RAMAL 1	1.000	487923.808	8649734.116	0+030	1"
RAMAL 2	2.000	487915.602	8649808.926	0+040	1"
RAMAL 3	3.000	487901.085	8649892.774	0+040	1"
RAMAL 4	4.000	487912.593	8649985.598	0+060	1"
RAMAL 5	5.000	487882.326	8650204.122	0+050	1"
RAMAL 6	6.000	487875.199	8650335.203	0+050	1"
	7.000	487924.655	8650342.558	0+100	1"
RAMAL 7	8.000	487829.819	8650456.865	0+050	1"
	9.000	487877.332	8650474.439	0+100	1"
	10.000	487923.439	8650492.012	0+150	1"
RAMAL 8	11.000	487744.970	8650598.977	0+050	1"
	12.000	487792.257	8650615.223	0+100	1"
	13.000	487839.544	8650631.469	0+150	1"
	14.000	487886.831	8650647.714	0+200	1"
	15.000	487943.576	8650667.209	0+260	1"
	16.000	487990.863	8650683.455	0+310	1"
RAMAL 9	17.000	487597.162	8650808.754	0+030	1"
	18.000	487644.935	8650823.510	0+080	1"
	19.000	487692.708	8650838.266	0+130	1"
	20.000	487740.481	8650853.021	0+180	1"
	21.000	487788.255	8650867.777	0+230	1"
RAMAL 10	22.000	487452.725	8651033.413	0+020	1"
	23.000	487498.226	8651054.140	0+070	1"
	24.000	487543.728	8651074.867	0+120	1"

UBICACIÓN DE CAJAS DE PURGA O LIMPIA					
LINEA	LINEA DE INGRESO	PROGRESIVA	E	N	LINEA DE SALIDA
RAMAL 1	1"	0+047	487940.530	8649734.148	0.000
RAMAL 2	1"	0+063	487936.429	8649818.501	0.000
RAMAL 3	1"	0+077	487937.261	8649885.737	0.000
RAMAL 4	1"	0+091	487942.252	8649994.327	0.000
RAMAL 5	1"	0+105	487934.901	8650220.124	0.000
RAMAL 6	1"	0+152	487976.400	8650350.254	0.000
RAMAL 7	1"	0+183	487953.935	8650503.462	0.000
RAMAL 8	1"	0+342	488021.074	8650693.834	0.000
RAMAL 9	1"	0+243	487800.312	8650871.302	0.000
RAMAL 10	1"	0+156	487576.164	8651089.642	0.000

CUADRO DE BMS

BM #	COORDENADAS - UTM		
	NORTE	ESTE	m.s.n.m
BM - 01	8649635.196	489170.47	3544.481
BM - 02	8649799.289	489066.826	3534.63
BM - 03	8650182.32	488723.06	3730.25
BM - 04	8650231.96	488562.17	3694.25
BM - 05	8650434.92	488220.73	3575.25

CUADRO DE CALICATAS			
CALICATA	NORTE	ESTE	M.S.N.M
CA-01	8649581.44	489205.11	3542.00
CA-02	8649628.272	487949.017	3491.52

ITEM	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (m)	DIAMETRO DE TUBERIA	VÁLVULAS DE PURGA		VÁLVULAS DE AIRE		CÁMARA ROMPE PRESIÓN		NÚMERO DE HIDRANTES
				DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	
1.000	LINEA DE ADUCCION	15.000	REVESTIDO	0.000	0.000			0.000	0.000	0.000
2.000	LINEA DE ADUCCION	2305.000	4"	V. PURGA N° 01	1+000	V. AIRE N° 01	0+870	0.000	0.000	0.000
3.000	LINEA DE CONDUCCION	1633.300	2"	V. PURGA N° 02	0+340	V. AIRE N° 02	0+320	0.000	0.000	0.000
4.000	LINEA DE RAMALES N°1	47.000	1"	CAJA DE PURGA N°1	0+047	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
5.000	LINEA DE RAMALES N°2	63.000	1"	CAJA DE PURGA N°2	0+063	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
6.000	LINEA DE RAMALES N°3	77.000	1"	CAJA DE PURGA N°3	0+077	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
7.000	LINEA DE RAMALES N°4	91.000	1"	CAJA DE PURGA N°4	0+091	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
8.000	LINEA DE RAMALES N°5	105.000	1"	CAJA DE PURGA N°5	0+105	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000
9.000	LINEA DE RAMALES N°6	152.000	1"	CAJA DE PURGA N°6	0+152	0.000	0.000	0.000	0.000	2.000
10.000	LINEA DE RAMALES N°7	183.000	1"	CAJA DE PURGA N°7	0+183	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000
11.000	LINEA DE RAMALES N°8	342.000	1"	CAJA DE PURGA N°8	0+342	0.000	0.000	0.000	0.000	6.000
12.000	LINEA DE RAMALES N°9	243.000	1"	CAJA DE PURGA N°9	0+243	0.000	0.000	0.000	0.000	5.000
13.000	LINEA DE RAMALES N°10	156.000	1"	CAJA DE PURGA N°10	0+156	0.000	0.000	0.000	0.000	3.000

Canal colector long.=15 ml
De progresiva 0+00.0 - 0 +015
SECCION DEL CANAL

Linea de Aduccion long.= 2305 ml
De progresiva 0+015 - 2+320
SECCION DEL CANAL

Linea de conducción long.= 1633 ml
De progresiva 2+320- 3+953
SECCION DEL CANAL

Ramal de Distribución
SECCION DEL CANAL

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION
REGION : JUNIN
PROVINCIA : HUANCAYO
DISTRITO : PUCARA
LUGAR MARCAVALLE

PLANO: AREA DE RIEGO

CODIGO: AR-01

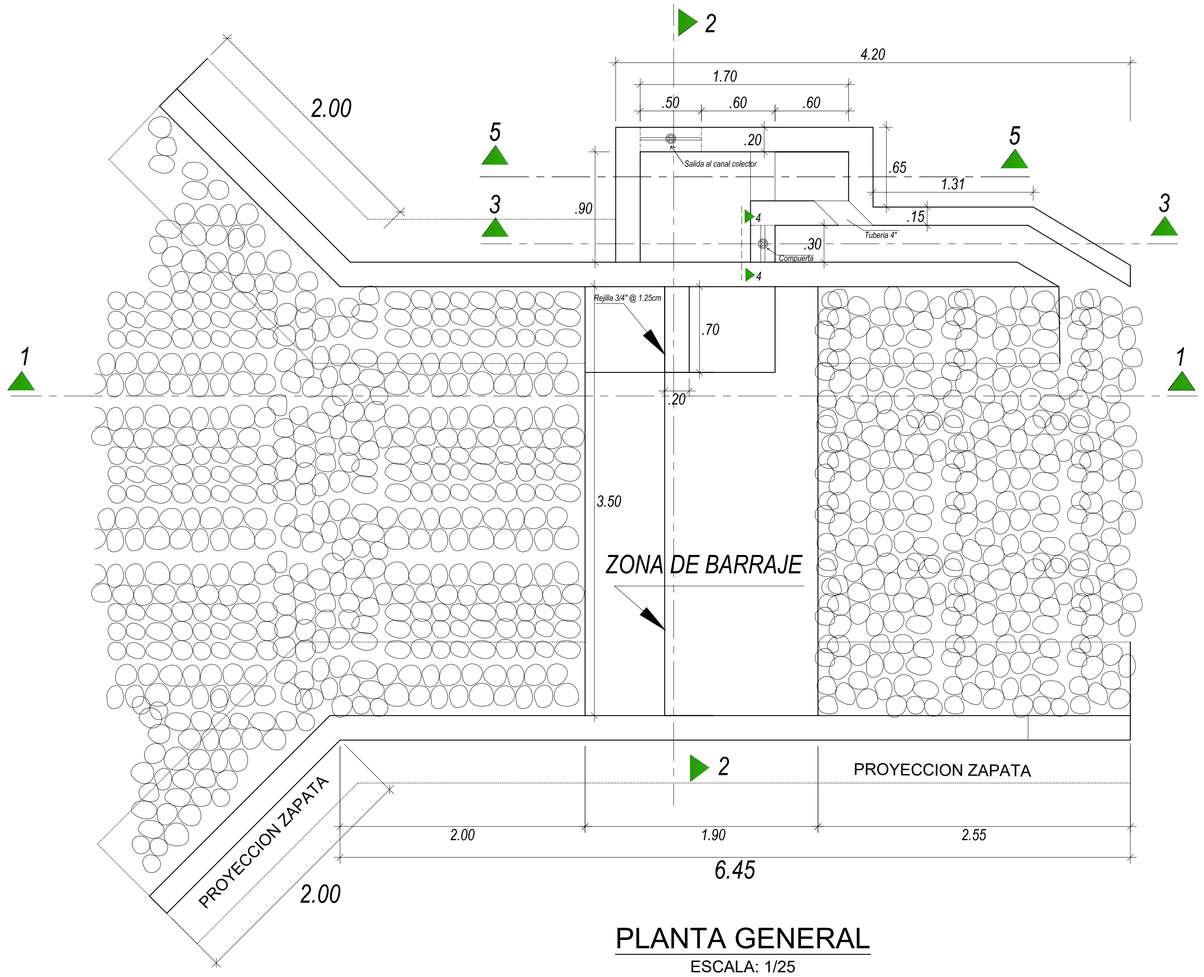
ESCALA: INDICADA

DISEÑO : Bach. PEDRO GODOY JERONIMO
Bach. ANGEL TACAS DIAZ

REVISION Y ASESOR: ING. RICHARD CONDORI

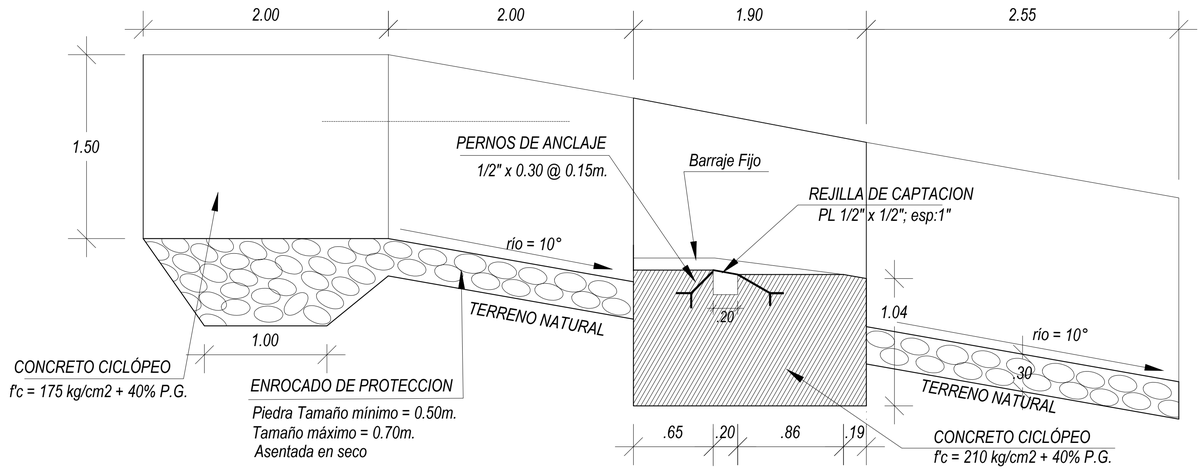
FECHA: FEBRERO - 2025

REFERENCIA : DATUM WGS84



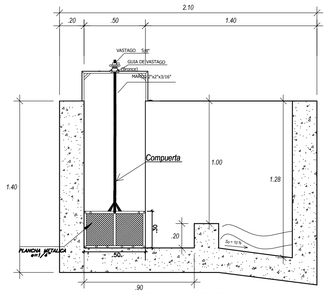
PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/25



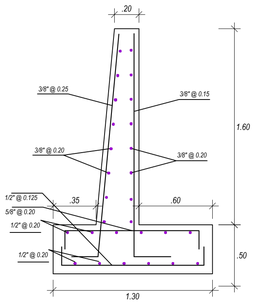
SECCION 1-1

ESCALA: 1/25



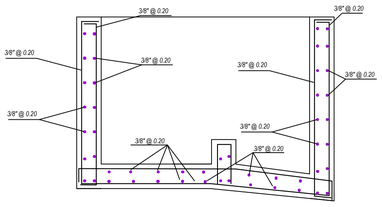
SECCION 5-5

ESCALA: 1/25



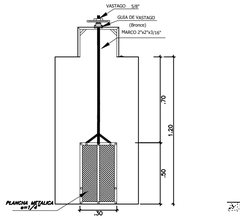
ZAPATA ESTRUCTURAS

ESCALA: 1/25



SECCION 5-5 ESTRUCTURAS

ESCALA: 1/25



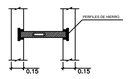
CORTE 4 - 4

ESCALA: 1/25



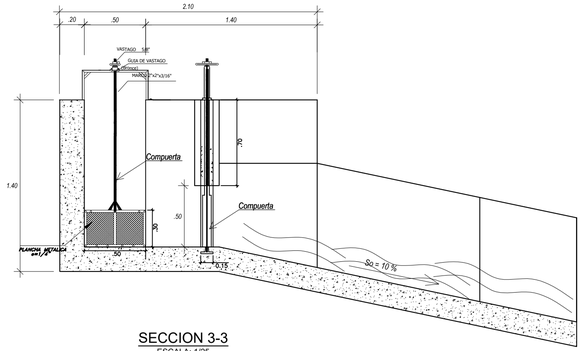
DET. DE COMPUERTA
TIPO - 2

ESC: 1/25



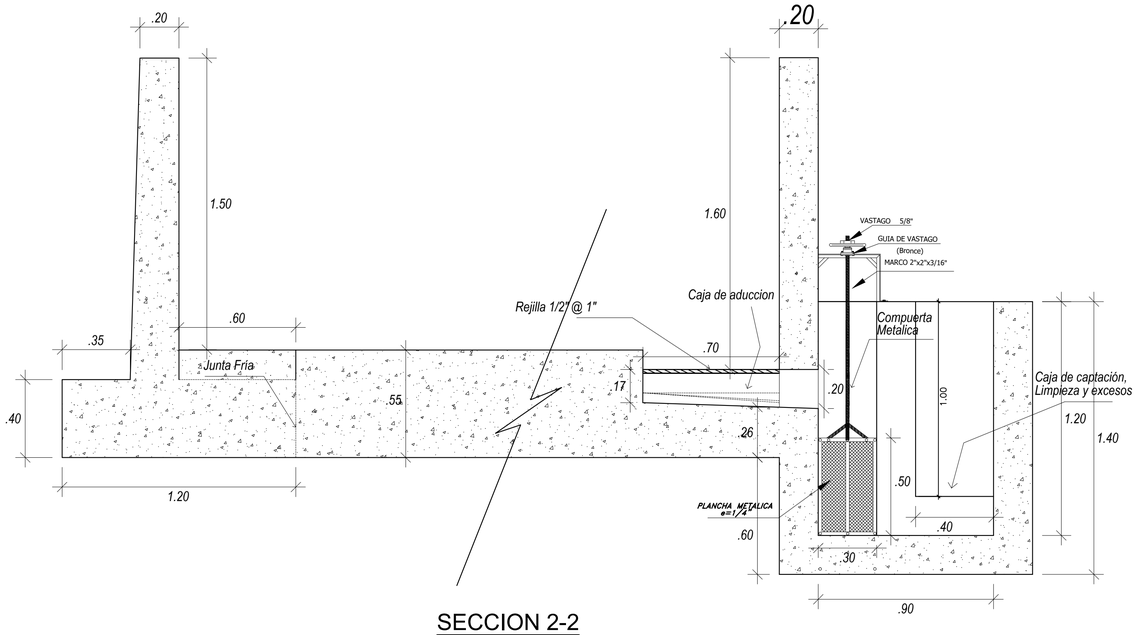
DET. PLANTA COMPUERTA
TIPO - 2

ESC: 1/25



SECCION 3-3

ESCALA: 1/25



SECCION 2-2

ESCALA: 1/25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO:	f'c=175 Kg/cm2 EN GENERAL (MAXIMA RELACION a/c=0.50)
CONCRETO SIMPLE:	f'c=175Kg/cm2
RECUBRIMIENTOS MINIMOS:	LOSA SUPERIOR=2.5 cm LOSA DE FONDO=5 cm MUROS=4 cm
TRASLAPES:	ø1/4"= 0.30cm ø3/8"= 0.40cm ø1/2"= 0.50cm
ANCLAJE 90°-DOBLEZ:	12 db o ø1/4"= 0.10cm 12 db o ø3/8"= 0.15cm 12 db o ø1/2"= 0.20cm
REVOQUES:	-INTERIOR CAMARA HUMEDA: TARRAJEAR LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA CON MEZCLA 1:3 C/A DE 2cm DE ESPESOR. ACABADO FROTACHADO FINO, UTILIZAR IMPERMEABILIZANTE DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
CEMENTO:	PORTLAND TIPO I
ACERO:	f'y=4200Kg/cm2

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

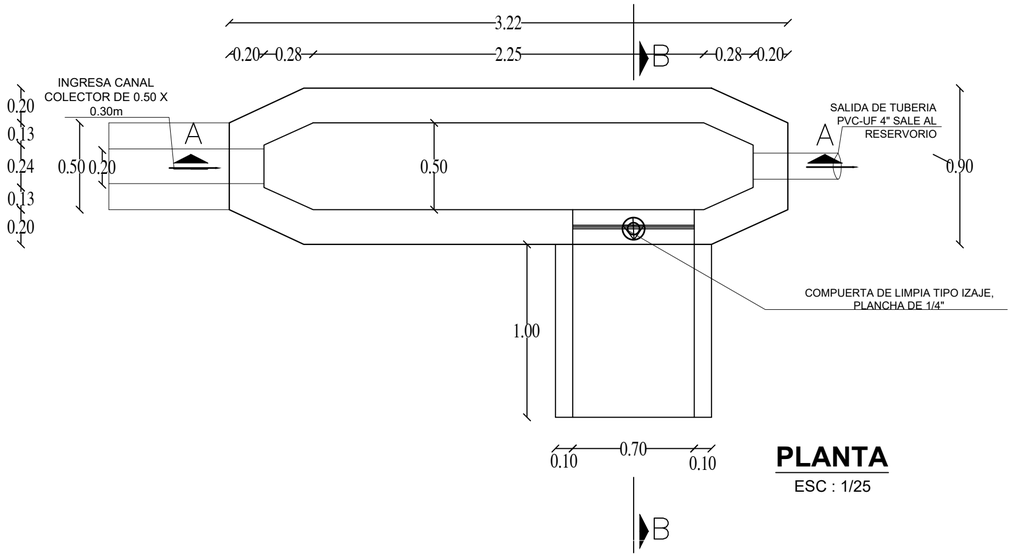
UBICACION

REGION	: JUNIN
PROVINCIA	: HUANCAYO
DISTRITO	: PUCARA
LUGAR	MARCAVALLE

PLANO: **BOCATOMA TIPO TIROLESA**

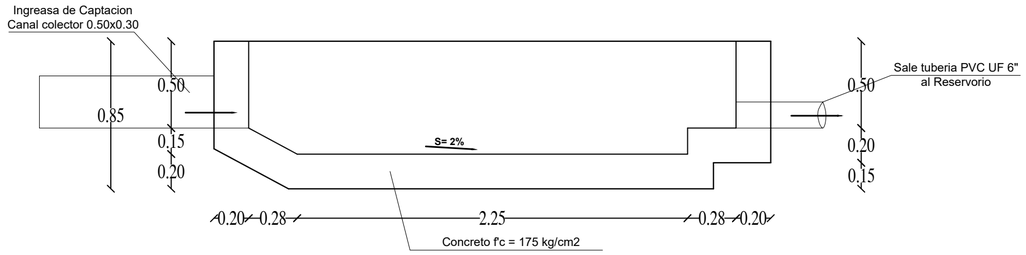
CODIGO: **BT-01**

ESCALA:	DISEÑO :	REVISION Y ASESOR:	FECHA:	REFERENCIA :
INDICADA	Bach. PEDRO GODOY JERONIMO Bach. ANGEL TACAS DIAZ	ING. RICHARD CONDORI	FEBRERO - 2025	DATUM WGS84



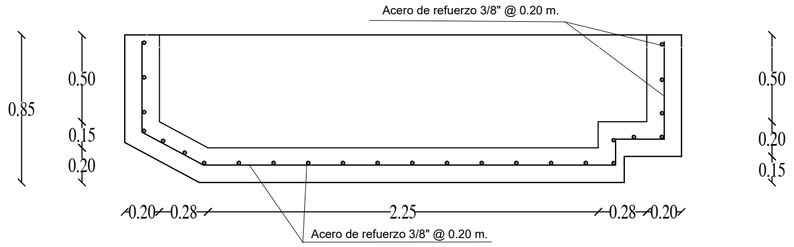
PLANTA

ESC : 1/25



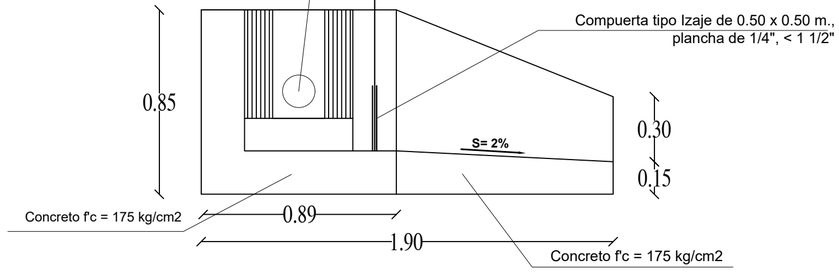
CORTE A - A

ESC : 1/25



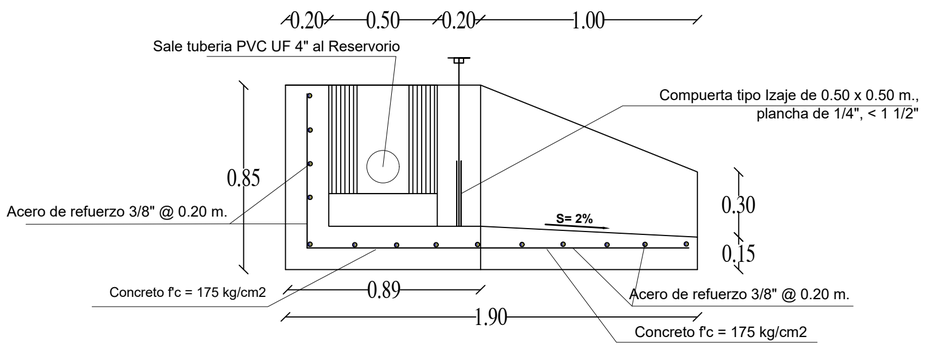
CORTE A - A

ESC : 1/25



CORTE B - B

ESC : 1/20



CORTE B - B

ESC : 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO ARMADO:	f'c=175 Kg/cm2 EN GENERAL (MAXIMA RELACION a/c=0.50)
RECUBRIMIENTOS MINIMOS:	LOSA SUPERIOR=2.5 cm LOSA DE FONDO=5 cm MUROS=4 cm
TRASLAPES:	ø1/4"= 0.30cm ø3/8"= 0.40cm ø1/2"= 0.50cm
ANCLAJE 90°—DOBLEZ:	12 db o ø1/4"= 0.10cm 12 db o ø3/8"= 0.15cm 12 db o ø1/2"= 0.20cm
REVOQUES:	—INTERIOR CAMARA HUMEDA: TARRAJEAR LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA CON MEZCLA 1:3 C/A DE 2cm DE ESPESOR. ACABADO FROTACHADO FINO, UTILIZAR IMPERMEABILIZANTE DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
CEMENTO:	PORTLAND TIPO I
ACERO:	f'y=4200Kg/cm2

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO PARA REDUCIR EL DEFICIT HIDRICO EN EL DISTRITO DE PUCARA, PROVINCIA DE HUANCAYO, JUNIN, 2024.

UBICACION

REGION	: JUNIN
PROVINCIA	: HUANCAYO
DISTRITO	: PUCARA
LUGAR	MARCAVALLE

PLANO: DESARENADOR

CODIGO: DES-01

ESCALA:	DISEÑO :	REVISION Y ASESOR:	FECHA:	REFERENCIA :
INDICADA	Bach. PEDRO GODOY JERONIMO Bach. ANGEL TACAS DIAZ	ING. RICHARD CONDORI	FEBRERO - 2025	DATUM WGS84