



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño hidráulico de bocatoma para implementar sistema de riego en quebrada de jambon, distrito de Chacas, provincia Asuncion, Ancash-2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Urbano Soria, Hellen Kris (orcid.org/0000-0002-7633-2285)

ASESOR:

Mg. Sagastegui Vásquez, German (orcid.org/0000-0003-3182-3352)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis padres, por sus consejos, sus valores, por inculcar ese deseo de superación y por su absoluto apoyo en mi caminar académico.

A mi esposo e hijos Joaquín y Mariana, por su comprensión y apoyo, por ser mi motor e impulso para seguir en este camino de progreso.

Agradecimiento

A Dios, por regalarme la vida con salud y voluntad para conseguir mis metas, por su compañía y protección en todo momento.

A mi familia, por ser parte importante de la realización de esta tesis de manera directa o indirecta.

A mi asesor, por orientarme en base a conocimientos y paciencia en el desarrollo de la tesis brindándome su valioso aporte para culminación de la misma.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
RESUMEN.....	viii
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo.	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimiento	14
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	71
VI. CONCLUSIONES	73
VII. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	85

Índice de tablas

Tabla 01. *Ficha técnica topográfica*

Tabla 02. *Vías de acceso*

Tabla 03. *Datos de BMs*

Tabla 04. *Unidades hidrográficas y codificación de la cuenca Marañón.*

Tabla 05. *Ubicación de la captación en coordenadas UTM*

T-Tabla 06. *Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos*

Tabla 07. *Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad*

Tabla 08. *Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio.*

Tabla 09. *Resumen de características físicas de la cuenca (parametros Geomorfologicos)*

Tabla 10. *Ubicación de las Estaciones meteorologicas*

Tabla 11. *Precipitación medio mensual, con tratamiento estadístico del ámbito del proyecto*

Tabla 12: *Valores de ETP media anual mm/año*

Tabla 13. *Información consistente, completa y sin tendencias – Sihuas*

Tabla 14. *Información consistente, completa y sin tendencias – Pomabamba*

Tabla 15. *Información consistente, completa y sin tendencias – Chavín*

Tabla 16. *Información consistente, completa y sin tendencias – Yungay*

Tabla 17. *Resumen de la precipitacion media anual (mm)*

Tabla 18. *Temperatura media mensual generada para la cuenca de oferta hídrica.*

Tabla 19. *Resumen del coeficiente de escurrimiento anual.*

Tabla 20. *Características generales de la cuenca de aporte hídrico*

Tabla 15. *Caudales medios mensuales generados para el año promedio*

Tabla 16. *Descargas medias mensuales generadas (m³/s) – cuenca de aporte hídrico*

Tabla 17. *Caudal medio mensual generado con persistencias del 50% 75% y 90% en (m³/s)*

Tabla 18. *Caudal medio mensual generado con persistencias del 50% 75% y 90% en (l/s)*

Tabla 19. *Caudal específico (Rendimiento) de la oferta hídrica de la cuenca de aporte.*

Tabla 20. *Cedula de cultivo con proyecto.*

Tabla 21. *Generación de caudales medios mensuales para el año promedio*

Tabla 22. *Descargas medias mensuales generadas (m³/s) – cuenca de aporte hídrico*

Tabla 23. *Caudal medio mensual generado con persistencia del 50%, 75% y 90%*

Tabla 24. *Valores de caudal ecológico*

Tabla 25. *Caudal específico (Rendimiento) de la oferta hídrica de la cuenca de aporte.*

Tabla 26. *Cedula de cultivo.*

Tabla 27. *ETo promedio para diferentes regiones agroclimáticas en mm/día.*

Tabla 28. *Valores de variables climáticas generadas para 3100 msnm.*

Tabla 29. *Cálculo de ETo mensual del área de demanda (mm/día).*

Tabla 30. *Valores de Kc para los cultivos del proyecto.*

Tabla 31. *Precipitación promedio mensual generada para el área del proyecto (mm).*

Tabla 32. *Demanda hídrica del proyecto.*

Tabla 33. *Balance hídrico del proyecto*

Tabla 34. *Resumen de las precipitaciones máximas de 24 horas para las estaciones del ámbito del proyecto.*

Tabla 35. *Ecuaciones de regionalización de P24h*

Tabla 36. *Cálculo de caudal máximo de diseño método racional*

Tabla 37: *Funcionamiento de las tomas tirolesas según la pendiente del río.*

Tabla 38. *Análisis granulométrico*

Tabla 39. *Límites de Consistencia*

Tabla 40: *Resumen del perfil estratigráfico*

Tabla 41. *Cálculo de capacidad de carga última del suelo*

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Precipitación promedio media mensual del ámbito del proyecto

Figura 2. Correlación de la precipitación media anual (mm)

Figura 3. Caudal medio mensual generado (m³/s)

Figura 4. Componentes de una Bocatoma tipo tirolesa

Figura 5. Vista de la calicata.

Figura 6. Valores del coeficiente de contracción de la rejilla.

Figura 7. esquema de la cámara de salida de la toma tirolesa.

Figura 8. Vista superior de la toma

Figura 9. Esquema de perfil creager.

Figura 10. Esquemmatización de las cargas en el muro

RESUMEN

La investigación actual tiene como objetivo, desarrollar el diseño hidráulico de una bocatoma para implementar un sistema de riego en la quebrada Jambón, provincia de Asunción. Se realiza para dar solución a la problemática que atraviesa la zona por la falta de un adecuado diseño hidráulico de una bocatoma, por ende, mejorar su sistema de riego, lo cual nos permite obtener un máximo aprovechamiento en el uso del agua. El diseño se realizó tomando en cuenta aspectos topográficos, verificando la planimetría, altimetría y la ubicación de la estructura, donde se obtuvo que la cuota de inicio es 3249.55 m.s.n.m, con una distancia total entre la línea de conducción y distribución de 972.00 metros, para 11 parcelas con 28.18 has de área. En cuanto a los aspectos hidrológicos, se determinó los caudales de oferta tomando en cuenta datos de las estaciones meteorológicas, aplicando las ecuaciones de regionalización, así mismo se determinó el caudal ecológico y caudal específico para todos los meses; para determinar el caudal de demanda se tuvo en cuenta la cedula de cultivo con los cultivos más representativos, obteniéndose un valor de caudal de demanda de 11.1l/s para el mes más crítico que en este caso es el mes de Agosto. Aplicando el método racional se obtiene el caudal máximo de diseño igual a 30.15 m³/s para un tiempo de retorno de 25 años. En el aspecto geológico y geotécnico se realizó la exploración del suelo mediante calicatas, las cuales fueron analizadas en el laboratorio obteniendo una clasificación SUCS Pt y GC con 57.83% de grava, 20.03 % de arena, 22.14 % de finos y 14.36% de humedad, se determinó la carga última del suelo mediante la teoría de Terzaghi, resultando 1.45kg/cm². determinando sus características para asegurar la estabilidad. Posteriormente con los resultados obtenidos se determinó el tipo de estructura, teniendo en cuenta las características del área donde se ubicará, determinándose realizar una bocatoma tipo Tirolesa para implementar un sistema de riego tecnificado por aspersión. Por último, con los datos obtenidos anteriormente se realizó el diseño hidráulico, resultando: ancho estable del río igual a 7.50 mt, altura de muros igual a 1.40mt, profundidad de socavación igual a 0.60m, ancho de rejilla igual a 0.15mt, largo de rejilla igual a 0.80mt, número de barras igual a 26 und, ancho de

muro de contención igual a 0.30 mt, las dimensiones de la cámara de salida son: base Interior de la cámara=1.00m, altura Interior de la cámara= 0.60m, longitud Interior de la cámara=1.50m, sec. de la compuerta de ingreso al desarenador=0,70 x 0,50m, sección de la compuerta de lavado de la cámara=0,85 x 0,50m, espesor del muro de la cámara=0.15m, altura de salida de la toma tirolesa=0.10m; las dimensiones del muro de encauzamiento son: alto=2.75m, uña=0.30m, ancho=1.70m.con lo que se plantea una estructura que otorgue operatividad y duración en el tiempo.

Palabras clave: Diseño hidráulico, Bocatoma, Sistema de riego, Captación.

ABSTRACT

The current research aims to develop the hydraulic design of an intake to implement an irrigation system in the Jambón creek, province of Asunción. It is carried out to solve the problem that the area is going through due to the lack of an adequate hydraulic design of an intake, therefore, to improve its irrigation system, which allows us to obtain maximum use of water. The design was carried out taking into account topographical aspects, verifying the planimetry, altimetry and the location of the structure, where it was obtained that the starting quota is 3249.55 meters above sea level, with a total distance between the driving line and distribution of 972.00 meters, for 11 parcels with 28.18 hectares of area. Regarding the hydrological aspects, the supply flows were determined taking into account data from the meteorological stations, applying the regionalization equations, likewise the ecological flow and specific flow for all the months were determined; To determine the demand flow, the cultivation certificate with the most representative crops was taken into account, obtaining a demand flow value of 11.1l/s for the most critical month, which in this case is the month of August. Applying the rational method, the maximum design flow equal to 30.15 m³/s for a return time of 25 years is obtained. In the geological and geotechnical aspect, soil exploration was carried out through test pits, which were analyzed in the laboratory, obtaining a SUCS Pt and GC classification with 57.83% gravel, 20.03% sand, 22.14% fines and 14.36% humidity, the ultimate soil load was determined using Terzaghi's theory, resulting in 1.45kg/cm². determining its characteristics to ensure stability. Subsequently, with the results obtained, the type of structure was determined, taking into account the characteristics of the area where it will be located, determining to make a Tyrolean type intake to implement a technical sprinkler irrigation system. Finally, with the data obtained above, the hydraulic design was carried out, resulting in: stable river width equal to 7.50 m, wall height equal to 1.40 m, scour depth equal to 0.60 m, grid width equal to 0.15 m, grid length equal to 0.80 m, number of bars equal to 26 und, width of retaining wall equal to 0.30 mt, the dimensions of the outlet chamber are: Interior base of the chamber=1.00m, Interior height of the chamber= 0.60m, Interior length of the

chamber=1.50m, sec. of the entrance gate to the sand trap=0.70 x 0.50m, section of the chamber washing gate=0.85 x 0.50m, thickness of the chamber wall=0.15m, outlet height of the intake zip line=0.10m; the dimensions of the channeling wall are: height=2.75m, nail=0.30m, width=1.70m. With this, a structure that provides operability and duration over time is proposed.

Keywords: Hydraulic design, intake, irrigation system, catchment.

I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática de la investigación, se centra en el recurso hídrico (agua) viene a ser de suma importancia para la subsistencia de los seres vivos (Humanos, animales y plantas), como también para el progreso de la sociedad en general. En la actualidad, el impacto por el cambio climático advierte una escasez del recurso hídrico en un futuro a nivel mundial, esta situación genera una problemática para lograr un desarrollo sostenible, sobre todo en zonas donde el agua es indispensable para la producción. La gestión eficiente del agua es muy importante para ampliar el incremento de la productividad agrícola en todos los aspectos, garantizando así una mejora en la producción obteniendo un máximo aprovechamiento del potencial de la tierra, elevando así los rendimientos, afianzando el consumo directo de la población y garantizando los ingresos económicos mediante el comercio agrícola. Muchos países han desarrollado muchos proyectos hídricos tratando así de ampliar las fronteras agrícolas, según investigaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) realizado en noventa y tres países en crecimiento, se constató que en dieciocho de estos países, el agua usado en la agricultura ocupa más de cuarenta por ciento del área que se puede cultivar; otros dieciocho países riegan entre el veinte por ciento y el cuarenta por ciento de su área aptos para el cultivo. (FAO, 2012). Existen países y ciudades que están a la vanguardia de la tecnología y cuentan con estructuras de riego especialmente diseñadas para captar el mayor porcentaje de agua y disponerlo de manera eficiente para los cultivos, de los cuales se obtiene una máxima productividad y mejor manejo del recurso hídrico. Por otro lado nuestro país no es ajeno al desarrollo de proyectos de irrigación a lo largo de los años, ya que estamos en un país dedicado a la producción agrícola; existen muchas zonas en nuestro país donde el agua es captada de manera rustica, reduciendo su aprovechamiento para el desarrollo agrícola; por lo cual hay la necesidad de realizar proyectos de irrigación, siendo imprescindible la construcción y operación de estructuras hidráulicas con diferentes fines, como bocatomas, canales, etc. Se calcula que tres de cada cuatro agricultores de nuestro país (Perú) son de condición humilde (Libélula, 2011). A estos cultivadores se les conoce por tener niveles bajos en

tecnología y escasos ingresos. En las zonas agrícolas de la sierra del Perú, se estima que un cuarenta por ciento de los agricultores necesitan y realizan la actividad de riego para sus sembríos, sin embargo, la agricultura de manera tecnificada solo se da en un porcentaje mínimo, presentando infraestructuras de riego deficientes y casi inexistentes, la cantidad restante del agua para riego proviene de las precipitaciones y escasos represamientos existentes en la zona. Esto ha provocado que muchas de las familias con bajos recursos económicos de las zonas alejadas prefieran la salida hacia otros lugares con la finalidad de obtener mayores y mejores ingresos económicos (Libélula, 2011). La localidad de Jambón en el distrito de Chacas, provincia de Asunción-Ancash, no difiere de esta realidad, puesto que no cuenta con estructuras diseñadas para captar eficientemente el agua e implementar sistemas de riego adecuados que permitan un mayor aprovechamiento del recurso hídrico, cabe indicar que en la actualidad se cuenta con estructuras de captación y canales rústicos, los cuales no permiten una eficiencia de conducción de agua para riego y por ende no existe una mejora en el uso del recurso hídrico limitando el crecimiento productivo y económico de la población, lo cual es causa de un bajo nivel de calidad de vida de los moradores de esta zona. Teniendo en cuenta la situación actual, el **problema general** será ¿Cómo se efectúa el diseño hidráulico de la bocatoma para implementar un sistema de riego en quebrada de Jambón, distrito de Chacas, provincia de Asunción, Ancash?; los problemas específicos son: **a)** ¿Cuáles son los indicadores topográficos para el diseño de la bocatoma? **b)** ¿Cuáles son los caudales de oferta y demanda para el diseño hidráulico de la bocatoma? **c)** ¿Cuáles son los indicadores geológico y geotécnico para el diseño hidráulico de la bocatoma **d)** ¿Cuáles son los indicadores que deben ser analizados para determinar el tipo de estructura de captación?. Para la **Justificación de la Investigación** se tiene: **Justificación económica**, en el ámbito del proyecto los cultivos se han adaptado adecuadamente a las condiciones de producción en secano, con niveles de producción aceptables, capaces de soportar periodos largos de sequía, bajo estas condiciones extremas son el sustento de la alimentación de la población. El uso del agua con fines de riego en la agricultura ha demostrado el aumento de los rendimientos de productividad y producción y mejorar los ingresos de los agricultores. **Justificación técnica**, la agricultura bajo riego en sus

diversas modalidades técnicas ha permitido la ampliación de la frontera agricultura bajo, generando una mayor demanda del agua para la producción agrícola, la limitada oferta de agua condicionada por la disponibilidad del agua genera una brecha negativa entre la oferta y la demanda, la insuficientes disponibilidad del agua con fines de riego, ha generado riego complementario deficitario condicionando a mejorar la eficiencia del uso del agua en la agricultura, dando origen a sistemas de riego que ha incrementado la eficiencia del riego y optimizar el uso del agua. **Justificación social**, el agua es uno de los recursos naturales de mayor importancia en la naturaleza, se puede afirmar que la existencia humana depende del agua, la geósfera, la atmósfera y la biósfera están ligadas al agua, el agua interactúa con la energía solar para generar condiciones climáticas, el agua permite el transporte las sustancias físicas y químicas necesarias para todas las formas de vida, se afirma que el agua es uno de los recursos más abundantes de la naturaleza, solo el 1% de esta disponibilidad es utilizada para el consumo humano, el agua es un recursos indispensable, pero cada vez más escaso, la demanda insatisfecha del agua para la producción agrícola, la industria y el consumo humano, está generando limitaciones muy marcadas para el desarrollo. A medida que las poblaciones se expandan y las economías crezcan, la limitada oferta de agua generará mayor competencia por el agua y con ello se incrementarán los conflictos sociales por el uso del agua. **Justificación ambiental**, la evapotranspiración es un climatológico que permite el intercambio del agua entre el suelo y la atmósfera, el incremento de la temperatura del suelo genera una proceso de evaporación del agua, los cultivos toman el agua del suelo y por transpiración, la combinación de estos fenómenos físicos y fisiológicos da origen a la evapotranspiración, cuando el contenido del agua en el suelo no es suficiente para compensar las pérdidas de agua del suelo por evapotranspiración, los cultivos se someten a periodos de déficit hídrico que, alteran las funciones fisiológicas de las plantas y reducen su capacidad de crecimiento y desarrollo de los cultivos, limitando su capacidad productiva; por lo tanto, el proyecto debe garantizar la suficiente disponibilidad del agua en el suelo, lo que se logra con el riego complementario, la intervención con el proyecto además, debe garantizar el caudal ecológico para no afectar los factores físicos, biológicos y antrópicos de la fuente de agua. El **Objetivo General** es efectuar el diseño hidráulico de bocatoma para

implementar sistema de riego en quebrada Jambón, distrito de Chacas, provincia Asunción, Ancash; los **Objetivos Específicos** son: **a)** Realizar el levantamiento topográfico para determinar los indicadores topográficos para el diseño de la bocatoma. **b)** Realizar el estudio hidrológico para determinar la oferta y demanda de agua. **c)** Realizar el estudio geológico y geotécnico de la zona donde se ubicará la bocatoma. **d)** Definir el tipo de estructura de captación según indicadores analizados. Para la investigación se consideró la **Hipótesis general** de que siendo el agua un medio fundamental para la producción agrícola, el uso adecuado de los factores para realizar el diseño hidráulico de una bocatoma, garantiza la captación de un caudal permanente de agua para implementar un sistema de riego. Las Hipótesis Específicas fueron: **a)** El uso de indicadores topográficos adecuados, garantizan el buen diseño de una bocatoma. **b)** El uso de indicadores hidrológicos adecuados garantizan el buen diseño de la bocatoma. **c)** El uso de indicadores geológicos y geotécnicos permitirá el buen diseño de la bocatoma. **d)** El uso de indicadores adecuados, permitirán determinar el tipo de estructura de captación.

II. MARCO TEÓRICO

Tenemos a nivel nacional a Jauregui Jauregui Bruno (2019), en su tesis denominada: “Diseño hidráulico de una bocatoma en el río Mayobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación Ccecca, Ishua y Huaycahuacho” tiene como objetivo, Elaborar y diseñar hidráulicamente la bocatoma en el rio Mayobamba y estimar como influye este diseño para el progreso o mejora en la captación del recurso hídrico para el sistema de riego en los sectores agrícolas ccecca, Ishua y Huaycahuacho, menciona que se debe realizar un estudio topográfico del terreno, contar con información geográficas (cartas geográficas), realizar estudio hidrológico para determinar caudales por diferentes métodos como el método regional, formula del IILA modificada, hidrograma unitario de Snyder, formulas empíricas, también debe realizarse el estudio geológico- geotécnico para posteriormente efectuar el diseño hidráulico de la bocatoma en este caso bocatoma tirolesa. Se obtuvo resultados de caudal de avenidas, se determinó el coeficiente de rugosidad de Manning, se realizó el modelamiento hidráulico con el programa HEC-RAS, se realizó el diseño de la presa derivadora y sus componentes como ancho estable del cauce, profundidad de socavación, diseño de rejilla, diseño de canal colector, también se realizó la evaluación hidráulica, cálculo de estabilidad, diseño del desripador, diseño del desarenador, diseño de obras de defensa de la bocatoma. Finalmente se finaliza en que el diseño de la bocatoma ayudara a recoger $0.5\text{m}^3/\text{s}$ en época de pocas lluvias o estiaje y avenidas, aumentando la producción en los sectores Ccecca, Ishua y Haycahuacho.

A **Contreras Cusi, Leonid y Villegas Macedo, Alejandro (2019)**, que en su tesis denominada “Diseño hidráulico y estudio de rentabilidad del proyecto de la Bocatoma San Pedro para abastecer las zonas agrícolas de San Pedro y Santa Cruz en la región Ayacucho “menciona como objetivo general determinar la construcción de la bocatoma mediante una propuesta técnica – económica y establecer la productividad del proyecto para riego de los cultivos de los sectores de San Pedro y Santa Cruz. Para lograr el objetivo se tiene que hallar la demanda de agua de la sub cuenca San Pedro mediante el modelo matemático de Lutz Scholz, determinar una alternativa de diseño hidráulico de captación para el aprovechamiento por parte de las localidades de San

Pedro y Santa Cruz, establecer costos de la obra, Obtener la eficacia del proyecto realizando un análisis de costo-beneficio. La metodología a utilizarse en primer lugar será efectuar un estudio de la situación de la zona en la actualidad, realizándose una explicación de datos demográficos, geográficos, hidrográficos, topográficos y meteorológicos de la zona en estudio, Luego se calculara la demanda hídrica de riego para determinar la necesidad de agua para el agro en la zona, realizándose el estudio hidrológico de la sub cuenca del rio San Pedro calculando caudales promedio en base a un modelo matemático para calcular la oferta del recurso hídrico disponible en el lugar, así como el estudio de máximas avenidas. Se realizará los trabajos topográficos de las zonas agrícolas y se realizara el estudio de suelos, obtenidos estos datos se realizará el diseño de las obras hidráulicas obteniendo los costos que demande para efectuar el estudio de rentabilidad para estimar la factibilidad del proyecto. A **Guadalupe Aguilar, Víctor Junior (2018)**, menciona en la tesis “Diseño hidráulico de la bocatoma de fondo tipo tirolesa en el río Hozorato para el abastecimiento de agua potable de la localidad de Santa Teresita, provincia de Satipo, departamento de Junín – Perú”; que se realizo el diseño de las principales estructuras hidráulicas que conforman una captación de fondo tipo tirolesa para poder satisfacer la necesidad de agua potable en la localidad de Santa Teresita, Provincia de Satipo, departamento de Junín; ya que la estructura de captación existente tiene algunos de sus componentes dañados o en mal estado, por lo que la población se ve obligada a consumir el agua de los ojos de agua cercanos, sin ningún tipo de tratamiento lo cual conlleva a generar enfermedades gastrointestinales; el diseño de la estructura de captación comprende: rejilla de captación, galería de conducción, cámara de recolección, vertedero de excesos y poza de disipación; se obtuvo una inclinación de 20% y se diseñaron para no permitir el ingreso de partículas de diámetros mayores a 4cm; en cuanto a la galería de conducción que se realizó como un canal rectangular con una conducción de 0.05 m³/s de caudal y con pendiente de 3% hacia la cámara de recolección cuyas medidas fueron 1,20 m x 1,50 m x 2,93 m; en la parte final la poza de disipación para romper la energía del flujo aguas debajo de la toma, ha sido diseñada como una poza rectangular de 1,20 m; A **Julon Cabrera, Jamber (2019)**, en su tesis denominada: “Diseño de la Bocatoma y canal de Derivación del Pueblo Escondido, Sector Morropón, distrito de

Motupe, Provincia y Departamento de Lambayeque”, menciona que en el lugar denominado Pueblo Escondido, la actividad agrícola y ganadera es primordial para percibir los ingresos de muchos hogares, esto se ve afectado a causa de la falta de una estructura de captación de agua idónea, por cuanto se hace necesario efectuar el diseño hidráulico y estructural de una bocatoma en el río Chiniana, para obtener un diseño adecuado se realizaron estudios hidrológicos evaluando la existencia y la necesidad del recurso hídrico, estudios topográficos y de calicatas, de los cuales resultó una estructura - bocatoma de barraje mixto con 02 compuertas de limpia”. **También tenemos a nivel internacional a Guerrero Yépez, Paola Andrea y Llamatumbi Paillacho ,Rubén Javier (2020)**, en la tesis denominada “Diseño de la captación de agua para la junta de Regantes del barrio Salazar Gómez en la Quebrada la Retraída – Quito”, mencionan que el trabajo de investigación inicia de la necesidad de la Junta de riego del barrio Salazar Gómez para renovar el uso del caudal que anteriormente se le había designado, para lo cual se solicitan los planos del diseño de la obra de captación; inicialmente se realizó el levantamiento topográfico de donde se obtuvieron las curvas de nivel y perfil de la quebrada, se realizaron ensayos de laboratorios de suelos, así mismo se determinó el caudal de río por el método de aforo de sección, además se realizó el cálculo de caudales de crecida lo cual serviría para realizar el diseño de las obras de protección de cauce, también se determinó el caudal de estiaje para lo cual se trabajaron con datos de precipitaciones; obtenidos los datos anteriores, se realizó el diseño hidráulico y estructural de una bocatoma caucasiana o tipo tirolesa con sus respectivas obras complementarias que servirán de protección y como disipadores de energía, estas estructuras son: desarenador, tanque de carga y conducción; además se realizó un cálculo presupuestal obteniéndose que el 72 por ciento del gasto total corresponde a los trabajos de protección planteados. **Así mismo tenemos a Edixon Andrey Chingate, Helmer Álvarez Ávila (2020)**, en su tesis denominada: “Diseño y construcción de un prototipo de bocatoma lateral para el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio”, en el cual el objetivo general es realizar el Diseño, la construcción y estudiar los diferentes conceptos hidráulicos de un prototipo de bocatoma lateral para ser aprovechado como un instrumento educativo en el área de hidráulica, para lo cual

deberá realizarse el análisis de los componentes y el estudio de una bocatoma lateral para poder elaborar los planos del ejemplo y su próxima construcción para finalmente instalar el prototipo para efectuar las pruebas hidráulicas que correspondan; en el marco teórico se definen las palabras claves como captación o bocatoma, sus tipos, componentes y funcionalidad; manifiestan que para el diseño se debe tener en consideración el comportamiento hidrológico, hidrología fluvial, transporte de sólidos, selección del tipo de toma y las particularidades de la operación y mantenimiento; tomando en cuenta estos aspectos se realizó el diseño de la ventana de captación, diseño de los muros de la captación, entre otras estructuras que forman parte de la captación; la metodología se inició realizando la verificación de literatura obteniendo los componentes que integran la bocatoma lateral para obtener los parámetros para su diseño, también se verificó que existiera el espacio suficiente para la instalación del prototipo el cual se ejecutara en acero inoxidable, tubería en PVC, tubo de 1", uniones, registros, bujes y demás accesorios que sean necesarios; el procedimiento de diseño del vertedero se realiza con la ecuación de Francis $Q=1.84 l e H(3/2)$, así mismo para las pérdidas de carga se utilizara la ecuación de Kimhmmmer $h = B(w/b)^{3/4} h v \sin \phi$, de igual manera se realiza los diseños de cámara de derivación, aliviadero perfil, del pozo de amortiguación, con los cuales se realizan los diseños en Auto cad obteniéndose como conclusiones que a raíz del prototipo realizado se observa de manera directa los comportamientos de la estructura de captación por lo que se concluye que estas estructuras son fundamentales para el sostén y progreso de una población y para que la estructura funcione adecuadamente estas deben construirse en suelos estables y resistentes a la erosión, se recalca también la importancia de realizar estos prototipos pues ayudan a obtener resultados aceptables en la práctica. **De igual modo a nivel internacional tenemos a Gutiérrez Sánchez Carlos S. y Palma Altamirano Gabriel Andrés (2021)**, en el trabajo de investigación denominado: "Evaluación y repotenciación del sistema de agua potable en la parroquia Juan Montalvo Cantón Cayambe" en Quito-Ecuador, menciona que el problema que existe en la parroquia Jun Montalvo es la escasez de agua en épocas de sequía, y en época de lluvias, se da la contaminación del recurso hídrico, es por esto que se plantea diseñar una alternativa de estructura de captación, el tipo de captación elegida fue la caucásica o

tirollesa, que es una estructura de fondo del río por ser de mejor funcionamiento en cuanto a lo económico, técnico y ambiental. Para obtener los parámetros que servirá para el diseño de la estructura, se inició con el estudio topográfico para determinar las características del terreno pudiendo calcular las alternativas de la línea de conducción y la ubicación de la estructura con sus componentes; luego se realizó el estudio hidrológico, de donde se obtuvo las características físicas-morfométricas de la cuenca hidrográfica, también se realizó el estudio de caudales de garantía, caudales máximos diarios lo cual resultó 28.49 l/s, el estudio geológico; con los resultados se realizó el diseño del sistema de captación caucasiana con todos sus elementos como diseño de rejilla, diseño hidráulico de vertederos, cálculo de muros, cálculo del vertedero tipo creager, cálculo de estabilidad del vertedero, diseño de muro de concreto ciclópeo, así mismo se realizó el diseño de la línea de conducción donde se obtuvo una presión máxima de trabajo de 1.25 MPa, con 06 cámaras rompe presión y tanque desarenador; Con los resultados obtenidos se pudo determinar que la estructura de captación tipo caucasiana planteada será la más adecuada técnicamente, de manera funcional y económicamente. Según los **enfoques conceptuales** en el que se enmarca la investigación tenemos: **Obras hidráulicas**, es un conjunto de estructuras cuyo fin de su construcción es controlar el recurso hídrico para su mejor aprovechamiento. **Descripción de bocatoma**, las cuales se definen como estructuras hidráulicas que se construyen sobre un afluente o canal con la finalidad de recolectar o conseguir una parte o todo el recurso hídrico de la corriente principal para aprovecharlo con fines de generación de energía, de riego o de abastecimiento a sectores públicos. (Hugo A. Rojas Rubio. 2008); Según Rocha Felices 2003, se define también como una estructura clave dentro de un proyecto con fines de aprovechamiento hidráulico, de ahí podemos decir que de su diseño depende el éxito o fracaso de un proyecto. (Ver Anexo C3) (ver Anexo C4). **Tipos de Bocatomas**, Según Mansen 2006, existen las diferentes clases de bocatomas: **Toma Directa**. Este tipo de toma consigue el recurso hídrico de manera directa, a través de una abertura tipo ventana de captación adyacente, se coloca para un brazo fijo del río donde transcurre una cantidad de agua más elevado comparado con la demanda. El lado positivo es que no necesita barraje siendo esta una de las partes que implica costo alto. (Mansen 2006) (Ver Anexo C5).

Toma Mixta o Convencional: Es una captación que se efectúa por medio del cierre del afluente con una pequeña presa de derivación, esta estructura puede ser firme o estar en movimiento, a causa del tipo del material empleado. Se llamará firme cuando se emplea un componente inflexible, generalmente concreto, y se llamará móvil cuando usen compuertas de material de acero o madera. (Mansen 2006). (Ver Anexo C6) **Toma Móvil.** Esta clase de estructura produce la carga hidráulica por intermedio de un barraje llamado móvil. Debido a la variabilidad de niveles de agua durante las épocas de estiaje y crecidas, el barraje que lo compone es parcialmente bajo para aprovechar el caudal deseado. (Mansen 2006). (Ver Anexo C7). **Toma tirolesa o caucasiana.** Son llamadas también toma de fondo, tienen estructuras de captación en la parte interna de la sección del azud o barraje, en un área que se encuentra protegido por una rejilla, lo cual impide el ingreso de sedimentos acarreados por el lecho, es por eso que este tipo de tomas no se usan cuando el arrastre de sedimentos es alto porque causarían obstrucción de las rejillas. (Mansen 2006). (Ver Anexo C8). Los principales componentes de una toma tirolesa, según PROAGRO (Bolivia, 2010), se observan en El Anexo C9. **Partes de una bocatoma,** son las siguientes, según Hugo a. Rojas Rubio (2008): Ventanas de captación, Canal de limpia que sirve para retirar o limpiar sedimentos, Barraje, los cuales pueden ser fijos o móviles, Trampas para material de fondo y rejillas para material flotante, Disipadores de energía, Aliviaderos de demasías, los que sirven para retirar los excesos en la captación, Muros de protección de la estructura, Desrripiador y canal de purga, Enrocado si fuera necesario para no permitir el desgaste aguas abajo, Compuertas para operación, de eliminación y captación. (Mansen 2006). (Ver Anexo C10). Según Rocha Felices, 2003; para realizar el diseño de una bocatoma se tendrá presente los siguientes parámetros: **la hidrología** es un aspecto básico para el proyecto, ya que es necesario saber la demanda de agua para garantizar el servicio, además es indispensable realizar el cálculo de la avenida de diseño asegurando la estabilidad de la estructura; con **la hidráulica fluvial** se conocerá las características del río para poder garantizar su estabilidad; es necesario conocer también la calidad y cantidad de **transporte de sedimentos** para el diseño de la bocatoma; además se debe tomar en cuenta la **localización o ubicación de la obra** de preferencia donde no se producen sedimentos (Ver Anexo C11), geometría

de la bocatoma y la selección del tipo de bocatoma que se va a diseñar. Según Rocha Felices, 2003, ***Diseño hidráulico de la bocatoma***, Según Ing. Hugo Amado Rojas Rubio, 2008, primero se debe precisar y estandarizar el lecho del lugar de captación, para lo cual los criterios son: caudal de avenidas, taludes, coeficiente de rugosidad(n), tirante, perímetro mojado, área hidráulica, radio hidráulico, espejo de agua, velocidad, numero de Froude. ***Diseño estructural de la bocatoma***, según Wendor Chereque Moran, 2003, menciona que dentro de consideraciones estructurales se tiene al concreto armado, esfuerzos permitidos, refuerzo mínimo, espesores mínimos de la pared, acero estructural y soldadura, encofrados.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El tipo de investigación es Aplicada, porque se resuelve un asunto específico haciendo uso de conocimientos previos como antecedentes y consultas a fuentes teóricas. (Zoila Rosa Vargas Cordero 208)

Diseño de investigación: El diseño de la investigación es No experimental – transversal explicativo, debido a que la recopilación de datos técnicos y ambientales serán tomados en determinada fecha y tal como se presentan sin manejar intencionalmente las variables. (Hernández Sampieri R., 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Variable, es una característica que puede variar siendo posible ser observada y medida (Hernández Sampieri R., 2014.p105). Son aspectos que intervienen como causa y efecto en el desarrollo de la estructura del procedimiento del experimento.

Variable dependiente, Diseño hidráulico de una bocatoma.

Definición conceptual, Se define como bocatoma, al grupo de estructuras que se ejecutan en una fuente de agua sean superficiales o subterráneas con el objetivo de percibir y emanar una cantidad de agua y así ser utilizado en campos energéticos, de abastecimiento público, de irrigación, etc. (Hugo A. Rojas Rubio, 2008.p.5).

Definición operacional, Para definir el diseño más conveniente es importante contar con los estudios básicos de Hidrología, Geología-Geotecnia, Topografía.

Variable independiente, Sistema de riego.

Definición conceptual, Se define como sistema de riego como un conjunto de estructuras como captación o bocatoma, almacenamiento y conducción, los cuales permiten determinar las áreas a cultivar tomando en cuenta el agua necesaria a las plantas. (Ing. Calderón, 2016, p.145).

Definición operacional, Para implementar un sistema de riego es necesario tener en cuenta varios parámetros, uno de los más importantes es la estructura u obra hidráulica que juntamente con el caudal son indispensables para que la implementación del sistema de riego, cumpla con su objetivo. (Máximo Villon Béjar, 2005). (Ver Matriz en Anexo A).

3.3. Población, muestra y muestreo.

a) **Población:** Es el total de elementos con características similares que intervienen en el estudio. (Yoli José Rivas, 2022). En este tipo de estudios, no es pertinente hablar de población, el estudio se concreta en el análisis de un sistema de captación, conducción, distribución y aplicación del agua con fines de riego; en este caso, el sistema o unidad de análisis esta conformado por la infraestructura de riego de la quebrada de Jambón.

Para la investigación se considera como población a las bocatomas en las quebradas del distrito de Chacas, provincia de Asunción.

b) **Muestra:** Es un fragmento de un universo con la finalidad de conocer sus características y agilizar el estudio que se realiza. (Yoli José Rivas, 2022).

Para la investigación, la muestra será la bocatoma en la quebrada de Jambón, Distrito de Chacas, Provincia de Asunción.

c) **Muestreo:** En la investigación se considera un muestreo intencional, lo cual es un método que admite realizar la selección de manera deliberada. (Héctor L. Alva Baray, 2006, p.88)

Criterios de exclusión.

La unidad de análisis única, no es aplicable criterios de exclusión.

Criterios de inclusión.

Para el estudio de la unidad de análisis identificada y definida, se incluyen todos los elementos y componentes que forman parte de la infraestructura de Jambón.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas, son herramientas, procedimientos e instrumentos las cuales permitan obtener datos e información del análisis de un fenómeno definido, acontecimiento, persona o grupo. (Nahum Montagud Rubio, 2022)

En el estudio se utilizó los procedimientos de la **observación y análisis documental**.

- **La técnica de la observación:** Se recolectará datos tomados mediante la inspección visual durante la visita al lugar de donde se identificarán algunas características y parámetros para realizar de manera más precisa el diseño de la bocatoma. (Nahum Montagud Rubio, 2022)
- **La técnica de Análisis documental:** Con esta técnica se recepcionará informes, bibliografías, software y estudios técnicos previos para realizar un diseño de bocatoma, Para la obtención de datos precisos se utilizará una Guía de Observación. (Nahum Montagud Rubio, 2022)

Para el **instrumento de recolección de datos** se tendrá las guías de observación de datos topográficos, datos hidrológicos, de datos de mecánica de suelos, etc. Así como la ficha técnica y ficha de puntos topográficos (Ver Anexo B).

Validez, en la investigación tiene una validez racional ya que se utilizará los datos de manera referencial, el tema será validado cuando se realicen los métodos para conseguir los parámetros del diseño. La validez de los instrumentos se evalúa de acuerdo a la importancia de las mismas variables que sea medibles. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.201).

3.5. Procedimiento

Para la realización del actual trabajo de investigación, se tuvo la necesidad de contar con una estructura de toma para implementar una técnica de riego, ya que la zona de Jambón no cuenta con un manejo adecuado del agua para satisfacer el requerimiento de los cultivos, por lo que se tomaron en cuenta procedimientos para realizar los estudios previos, con los cuales fue posible alcanzar el objetivo; estos son:

- 3.5.1. Estudio topográfico:** Se inició con el recojo de datos de campo mediante el levantamiento topográfico de la zona lo cual permitió percibir las particularidades superficiales del terreno donde se construirá la bocatoma. Se siguió la siguiente metodología: **a) Planeamiento**, donde se estableció los requisitos geométricos, técnicas, costos y de factibilidad, es decir se realizó

una preevaluación tomando en cuenta el personal, los materiales y equipos requeridos. **b) Reconocimiento y monumentación**, son maniobras de campo orientados a comprobar in situ, las particularidades definidas inicialmente en el planeamiento y disponer los requisitos y modalidades no determinadas por el mismo. **c) Trabajo de campo**, con el reconocimiento del terreno, aguas abajo y aguas arriba, de preferencia en época de sequía, para conseguir secciones a más detalle, se realizó el levantamiento topográfico de acuerdo con las normas aplicables, para realizar el trabajo se utilizó una estación total y prismas en el otro extremo, lo cual permitió medir las distancias mediante señales electromagnéticas, estos datos se almacenaron en la memoria interna del equipo para posteriormente trabajarlos en gabinete. **d) Trabajos de gabinete**, se realizó inmediatamente después del trabajo anterior y están comprendidos por las operaciones que se realizaron de manera ordenada y sistemática, iniciando con la elaboración de la ficha técnica topográfica y vías de acceso luego se emplearon los programas de Microsoft Excel, Microsoft Word y AutoCAD Civil 3D, se realizó la georreferenciación con coordenadas UTM y se elaboró las curvas de nivel, perfiles longitudinales y secciones transversales, del mismo modo se ubicaron los puntos de control (BMs), los cuales nos servirán para el replanteo en su ejecución. Para realizar el levantamiento topográfico se tomó en cuenta: **a) Red de control horizontal**, donde la recopilación de datos de campo se efectuó con coordenadas relativas, pues los puntos de primer orden no existen, estos puntos son próximos para empalmar el trabajo topográfico; se estaciono el equipo en la estación E-1 configurándose por defecto en coordenadas UTM en el Datum horizontal WGS-84 adquiridos con el GPS navegador, luego se orientó angularmente con la brújula de la estación al Norte Magnético, a partir de estos puntos de referencia y estaciones se procedió a iniciar la toma de datos del área del proyecto, recopilando detalles necesarios. **b) Red de control vertical**, consiste en colocar puntos los cuales nos servirán como referencia, estos puntos deben estar oportunamente espaciados en el terreno; para tomarlos como puntos de partida y llegada para los circuitos de nivelación en la toma

de información, además de ayudarnos como puntos de referencia para los trabajos topográficos. **c) Monumentación de los puntos de control;** esta actividad se realizó antes de efectuar las medidas, angulares y de longitudes, se monumentaron los puntos empleados en la poligonal. Los **equipos utilizados para el trabajo topográfico** fueron: estación total SOKKIA, GPS Garmin 60CSx, Prismas, wincha, pintura, entre otros.

Con la información adquirida se prosigue realizando el cálculo de coordenadas de cada punto y sus respectivas alturas. Para estos cálculos se ha utilizado plantillas electrónicas "EXCEL" y otros programas técnicos. Posteriormente se realizó la triangulación y se generó un modelo digital de la superficie del terreno utilizando el Software AUTOCAD CIVIL 3D. Luego de modelar las superficies topográficas, como resultado se obtuvo el correspondiente plano topográfico de planta con detalles como, curvas de nivel, perfil longitudinal y cortes transversales del terreno en formatos adecuados y a la escala establecida.

3.5.2. Estudio hidrológico, se realizó la ubicación de la captación denominada Jambón, en coordenadas UTM, donde se realizó el aforo para determinar el caudal, de igual modo se realizó la ubicación y delimitación del área donde se proyectara la estructura - Bocatoma- obteniéndose la cuenca hidrográfica a la que pertenece con ayuda de las cartas nacionales, seguidamente se efectuó la delimitación de la cuenca donde se tomaron como límites las cumbres de los cerros, las cuales permiten que el agua de lluvia siga una misma dirección formando una quebrada, riachuelo, río, laguna o lago; con esta delimitación se podrán obtener los parámetros como la fisiografía, área y perímetro de la cuenca, factor de forma, coeficiente o índice de compacidad (K), elevación media de la cuenca de aporte (E_m), declive de la cuenca, Longitud y declive del cauce principal, entre otros. De manera preliminar se revisó la información como las cartas nacionales y estudios relacionados al uso de recursos hídricos, de no existir información de caudales e información pluviométrica, se utiliza los datos de las estaciones meteorológicas e hidrométrica de las cuencas cercanas, los datos de las cuencas cercanas se procesaron por métodos estadísticos y empíricos, de los datos obtenidos se generó los

caudales medios mensuales (m³/s), así mismo para recolectar información pluviométrica se tomaron datos de estaciones cercanas; se realizó también el estudio de la necesidad de agua para riego, obteniéndose el caudal de demanda hídrica máxima del proyecto, el caudal de oferta de la quebrada y requerimiento hídrico anual del proyecto. Para el tratamiento de la información obtenida, pluviométrica e hidrométrica, se realizó un análisis estadístico.

3.5.3. Geología y Geotecnia, estos estudios se realizó en dos fases: **Fase de campo,** realizando una previa recopilación de información bibliográfica y cartográfica relacionada al proyecto, se elaboró la documentación base para llevar a cabo los trabajos de campo, luego se efectuó el mapeo geológico; se procedió a recorrer y realizar el reconocimiento de la zona donde se plantea ejecutar las estructuras hidráulicas y la línea de conducción, verificando visualmente las características del suelo, se identificó el área donde se realizó las calicatas (2.50 mt de profundidad), apresurándolas para extraer muestras de suelo las cuales serán analizadas en el laboratorio de mecánica de suelos; estos resultados serán muy importantes para definir y elaborar el diseño para una estructura segura y perdurable en el tiempo. **Fase de gabinete,** tomando en cuenta la evaluación de campo se determinó y selecciono información del proyecto, Las muestras extraídas en la fase de campo serán derivadas al laboratorio de suelos para poder determinar los resultados de los ensayos según normas vigentes como las normas de Ensayo de la American Society for Testing Materials (ASTM) y las normas Técnicas Peruanas (NTP), además se realizó la clasificación e identificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Los ensayos estándar de laboratorio realizados son: análisis granulométrico, Límites líquidos, límites plásticos, perfil estratigráfico, con estos resultados se procedió a la preparación del informe que servirá como sustento de los diseños de las estructuras relacionadas con la conducción del agua. Con la información obtenida en la fase o etapa de campo, se procedió a la interpretación de las mismas y a la redacción del correspondiente informe. Este trabajo permitió establecer cualitativa y cuantitativamente el marco geológico, así como inferir el comportamiento de

los taludes naturales cuando se excave la zanja para la estructura, así mismo, determino las características geológicas y geotécnicas de las unidades estratigráficas existentes definiendo unidades geomorfológicas y su comportamiento cuando se conforme la plataforma para la excavación, permitió también analizar los fenómenos de geodinámica externa que pudieran afectar el recorrido normal del caudal captado, sobre todo los taludes naturales, en los períodos lluviosos.

3.5.4. Estudio Agrologico, se realizó en las siguientes etapas: **Etapas de Gabinete**, Consistió en la reorganización de la fotointerpretación inicial, el desarrollo o compilación de toda la información de campo y laboratorio, lo que permitió precisar la información de las unidades cartográficas y taxonómicas de los suelos. Esta fase preliminar consistió inicialmente en la obtención de la información cartográfica y satelital que ya existe del área de estudio, así como la recopilación de la cartografía base. **Etapas de campo**, Estará comprendido inicialmente la delimitación de áreas con diferentes topografías disectadas, así como áreas urbanas, cauces de quebradas, etc. La segunda parte de la etapa de campo, se desarrollará con la apertura de calicatas (30 cm de profundidad de la capa cultivable) y estudios de cortes de los perfiles de suelos. Para la ubicación de las calicatas, se tuvo en cuenta realizar una buena interpretación de la imagen satelital apoyada por datos de clima y geomorfológicos lo cual permitió una apropiada relación: suelo – paisaje, lo que facilitó una buena distribución de las observaciones (calicatas y cortes de carretera), sobre todo en áreas parecidas que han recibido influencia de factores y procesos de formación semejantes obteniéndose como resultado suelos similares para cada unidad fisiográfica. De cada punto de muestreo se realizó la descripción del perfil, luego se procedió al recojo de muestras que consistirá en extraer una porción de suelo (aproximadamente 1kg.). Estas muestras posteriormente serán seleccionadas de acuerdo al patrón de distribución y uniformidad de las unidades de mapeo y enviadas al Laboratorio de Suelos, para su respectivo análisis. **Etapas de Laboratorio**, Las muestras recolectadas y seleccionadas que son representativas del área del proyecto, se enviarán al Laboratorio de

Suelos, para su respectivo análisis de caracterización que incluirán las siguientes determinaciones: textura, clase textural, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico y cationes cambiabiles, aniones, suma de aniones, determinación de colores en húmedo, determinación de colores en seco, densidad aparente, densidad real, capacidad de campo y punto marchitez: estos parámetros nos ayudaran a estimar cuales pueden ser los cultivos que se podrían establecer en las áreas agrícolas.

3.5.5. Diseño hidráulico de la bocatoma y sistema de riego, estos diseños se realizaron para cada uno de los componentes de la bocatoma, analizando la información obtenida en el estudio topográfico, estudio de geotecnia (resultados de análisis de laboratorio), estudio hidrológico donde se contó con la información de caudal de oferta y el caudal de demanda del proyecto (información obtenida del estudio agrologico). También se considera a la hidráulica fluvial, que nos proporcionara resultados de las características del rio. Primero se procede a realizar el análisis hídrico hallando el caudal de diseño, **Procedimiento:** hallamos el coeficiente de rugosidad del rio, se calcula el tirante de las máximas avenidas, la profundidad de socavación, diseño y determinación de las dimensiones de la rejilla, luego se realiza el diseño de la presa derivadora, diseño de rejilla, diseño del canal colector, diseño geométrico; se prosigue con el cálculo de estabilidad al volteo y deslizamiento, diseño del desarenador y muros de encausamiento. Estos cálculos se realizan utilizando softwares y hojas de cálculo. Para definir el periodo de retorno para el diseño de una obra según el MTC (2008), se considerará la relación entre la probabilidad de exceso de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible.

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis y tratamiento de la información tomados en campo se utilizó diversos softwares según se requiera:

Para el procesamiento de la información del levantamiento topográfico se utilizarán hojas de cálculo Excel, AutoCAD 2D y AutoCAD Civil 3D,

obteniéndose los planos de planta, secciones y perfiles. Para el estudio de mecánica de suelos se utilizó las hojas de cálculo de Microsoft Excel para el procesamiento de la información obtenida. Del mismo modo, para el análisis y diseño de losas y cimentaciones se utilizó las hojas de cálculo de Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos

Beneficencia: La investigación beneficiara directamente a la población beneficiaria (Junta de regantes) de la localidad de Jambón, la investigación se realizó según las normas vigentes y utilizando programas o softwares confiables.

No maleficencia: La investigación se realizó respetando los datos obtenidos en campo y procesando con softwares confiables para tener la seguridad de la veracidad del trabajo.

Autonomía: La investigación se realizó respetando la propiedad de los trabajos anteriores, teniendo en cuenta la autonomía y libre expresión de cada investigador.

Justicia: En el proyecto se ha respetado las normas establecidas vigentes para este tipo de estudio, como las disposiciones que se mencionan en el **Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N.º 29338**, donde el objetivo es normalizar la utilización y administración de los recursos hídricos que abarcan el agua en la superficie y subterránea, además de los bienes asociados a ella.(Ley N°29338-2010) y la **Norma Técnica E.0.50 Suelos y Cimentaciones**, donde se menciona como finalidad fijar las condiciones mínimas para efectuar el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) para cimentaciones de construcciones con el propósito de asegurar la estabilidad y duración de las obras. (Norma técnica E.0.50 Suelos y Cimentaciones-2018).

IV. RESULTADOS

Respondiendo al **objetivo específico (a) Realizar el levantamiento topográfico para determinar los indicadores topográficos para el diseño de la bocatoma;** para así conocer el relieve del área donde se ejecutará el proyecto.

Se elabora la tabla de ficha técnica y vías de acceso, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 01. Ficha técnica topográfica

FICHA TECNICA TOPOGRAFICA				
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:		DISTRITO:	LOCALIDAD:
ANCASH	ASUNCION		CHACAS	JAMBON
DESCRIPCION	NORTE(m)	ESTE (m)	ELEVACION (msnm)	SISTEMA DE PROYECCION
INICIO	8988088.34	237627.49	3249.55	UTM WGS 84
PROYECTO	8987522.03	237999.42	3149.42	UTM WGS 84
PROGRESIVA	INICIO(km)		FIN(km)	
	0+000		0+972	
ELABORACION PROPIA				

Tabla 02. Vías de acceso

CUADRO DE VIAS DE ACCESO				
TRAMO	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA	TIPO DE TRANSPORTE
Huaraz-Carhuaz	33.5 Km	50 min	Carretera asfaltada 3N	Bus, combi, auto
Carhuaz-Chacas	76.5 Km	2 hrs	Carretera asfaltada 3N	Bus, combi, auto
TOTAL	110 Km	2 hrs 50 min		

Fuente: Elaboracion propia

Se trabajo en coordenadas UTM Datum Horizontal WGS-84 y Datum Vertical: nivel medio del mar, dejándose puntos de control monumentados denominados BMs con sus correspondientes coordenadas y cotas, los que servirán para el replanteo. Los BMs se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 03. Datos de BMs

CUADRO DE DATOS: BMs			
BM - JAMBON	COORDENADAS DATUM WGS 84		
	ESTE	NORTE	ELEVACION
BM-01	237639.779	8988103.105	3249.410
BM-02	237631.203	8988092.879	3252.948
BM-03	237962.467	8987784.359	3238.015
BM-04	237763.557	8987505.311	3220.432
BM-05	237647.441	8987118.696	3193.090

Fuente: Elaboración propia

Se elaboró los planos topográficos de planta con sus coordenadas UTM-Sistema WGS 84, perfiles, secciones y demás detalles que sirvieron para realizar el trabajo de investigación (Ver Anexo E).

Del plano topográfico se obtuvo la distancia de la línea de conducción y distribución, haciendo un total de 972.00 metros lineales.

Se obtuvo una pendiente de río de 13%.

Tenemos 11.00 parcelas a irrigar, lo cual tienen un total de 28.18 hectáreas.

Respondiendo al **objetivo específico (b), Realizar el estudio hidrológico para determinar la oferta y demanda de agua**; según la carta nacional, obtenemos que el proyecto en estudio está ubicado en la cuenca de Alto Marañón V (Ver Anexo C12), lo cual se ubica en coordenadas UTM-DATUM WGS1984-Zona 18S. Según la Resolución Jefatural N°202-2010-ANA, se determina la codificación de la cuenca, que en nuestro caso sería:

Tabla 04. Unidades hidrográficas y codificación de la cuenca Marañón.

UNIDADES HIDROGRÁFICAS	
CÓDIGO	NOMBRE
49899	Intercuenca Alto Marañón V

Fuente: Elaboración propia

Se ubicó el punto de captación que se encuentra ubicado en la quebrada denominada Jambón, el cual tiene los siguientes datos:

Tabla 05: *Ubicación de la captación en coordenadas UTM*

FUENTE	COORDENADA UTM (WGS 84-18S)		
	ESTE	NORTE	Z (msnm)
Punto de aforo	237634.6	8988101.5	3251.0

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la delimitación de la cuenca, utilizando la aplicación ArcGis, obteniéndose el área de la cuenca (Ver Anexo C13), considerando el tamaño relativo de los espacios hidrológicos se definen los nombres de Microcuenca, Subcuenca o Cuenca, según se muestra:

Tabla 06: *Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos*

Unidad Hidrográfica	Área (Km ²)	Nº de Orden del Río
Microcuenca (Pequeña)	Menos de 100	1 °, 2° o 3 °
Subcuenca (Mediana)	100 – 700	4 °, 5 °
Cuenca (Grande)	Más de 700	6 ° a más

Fuente: Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía – HIDRORED. Edición 1-2004.

Por lo que, tomando la información anterior obtenemos que se trata de una Microcuenca por tener un **área** de 19.1 km².

Del mismo modo se tiene un **perímetro** de la Microcuenca de 21.9 km.

Además, se obtuvo el **factor de forma** que es la conexión del ancho promedio de la cuenca y su longitud o dimensión, según Horton, 1945; Guido y Busnelli, 1993; Ortiz, 2004), si el factor de forma se diferencia dependiendo si es mayor o menor a 1; la fórmula utilizada es:

$$F = \frac{B}{L} \quad ; \quad F = \frac{Ac}{L^2}$$

Según las formulas anteriores obtenemos que el factor de forma de la Microcuenca es de 0.39.

Se halló el **coeficiente o índice de compacidad (K)** siendo la relación del perímetro de la cuenca y el perímetro de la circunferencia inscrita que es igual al área de la cuenca; la fórmula a aplicar es:

$$K = 0,28 \times \left[\frac{Pc}{\sqrt{Ac}} \right]$$

En el cuadro siguiente se muestra las formas de la cuenca de tomando en cuenta el valor del índice de Compacidad:

Tabla 07: Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad

Clase	Índice de Compacidad	Forma de la cuenca
Clase I	1.00 – 1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26 – 1.50	Oval - redonda a oval - oblonga
Clase III	1.51 o más de 2	Oval - oblonga a rectangular - oblonga

Fuente: Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía – HIDRORED. Edición 1-2004.

El índice de compacidad del área del proyecto para la Microcuenca Camchas es: $K_c = 1.42$, con Clase II. Redonda a oval – oblonga.

Adicionalmente tenemos la **elevación media de la cuenca de aporte (Em)**, lo que nos ayudara en el estudio de la precipitación media en el área de la microcuenca, su valor es de 3824 m.sn.m.

Se calculó la **pendiente de la cuenca (S)**, con los datos obtenidos de HIDRORED. Edición 1-2004. Tenemos la siguiente tabla:

Tabla 08. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio.

Pend. Media (%)	Tipo de Relieve	Símbolo
0 - 3	Plano	P1
3 - 7	Suave	P2
7 - 12	Mediano	P3
12 - 20	Accidentado	P4
20 - 35	Fuerte	P5
35 - 50	Muy fuerte	P6
50 - 75	Escarpado	P7
75 a mas	Muy escarpado	P8

Fuente: Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía – HIDRORED. Edición 1-2004

Utilizando la aplicación ArcGis se obtiene una **pendiente para la Microcuenca** Camchas, el valor es de S_c (%)= 55.23%, P7 escarpado.

Se obtuvo también la **Longitud del cauce principal (Lcauce)**: $L=6954.2$ m. y la **pendiente de cauce (Scauce)**, que es la relación del desnivel altitudinal del cauce y su longitud, teniendo como resultado (Scauce): $S_{Cauce}=0.130$ m/m.

Geomorfología de la cuenca: Para determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca, se necesita la información cartográfica del proyecto, donde se utilizaron las Cartas Nacionales del Perú a escala 1/100 000, con curvas de nivel con una separación de 50 m, realizadas por el Instituto Geográfico Nacional y de las Unidades Hidrográficas proporcionadas por la Autoridad Nacional del Agua, para tener un adecuado uso de la información se procedió a digitalizarla, asistidos por los programas ArcGis y CAD. Se debe tener en cuenta que la cuenca debe estar delimitada de acuerdo al río principal, aguas abajo y aguas arriba.

En tabla que se muestra a continuación, tenemos un resumen de las características físicas de la cuenca.

Tabla 09. Resumen de características físicas de la cuenca (parámetros Geomorfológicos)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CUENCA		
BASICOS	Area (m ²)	15265143.6
	Perimetro (m)	18910.2
	Long. Cauce principal (Lcp m)	5434.8
	Pend. Media de cauce principal (m/m)	0.14
DE FORMA	Coeficiente de compacidad Kc	1.37
	Característica de la cuenca	Oval redonda a oval oblonda
	Factor de forma(Ff)	0.52
DE RELIEVE	Pendiente media Sx(%)	60.07
	Altura media (msnm)	3897

Fuente: Elaboración propia

Elaborando un análisis de la información meteorológica, se verificó que la microcuenca Camchas, no cuenta con estaciones meteorológicas que cuenten con datos históricos de caudales y precipitaciones medias, por lo cual se ubicaron estaciones más cercanas que se encuentren dentro de la cuenca y tengan la información meteorológica, las cuales son:

Tabla 10. Ubicación de las Estaciones meteorológicas

Estaciones climáticas				
Pomabamba	LAT.:	8	47	"S"
	LONG.:	77	28	"W"
	ALT.:		3605	msnm
Sihuas	LAT.:	8	34	"S"
	LONG.:	77	39	"W"
	ALT.:		3375	msnm
Chavin	LAT.	9	35	"S"
	LONG.	77	10	"W"
	ALT.		3137	msnm
Yungay	LAT.:	9	8	"S"
	LONG.:	77	45	"W"
	ALT.:		2466	msnm

Fuente: Elaboración propia.

De las 4 estaciones descritas en la tabla anterior, se tiene la información de Temperatura máxima media mensual (ver Anexo D1) Temperatura mínima (ver Anexo D2), Temperatura media mensual (ver Anexo D3), Humedad relativa (ver Anexo D4),

Velocidad del viento (ver Anexo D5), y horas sol (ver Anexo D6) (los cuales se tomaron de la estación Recuay).

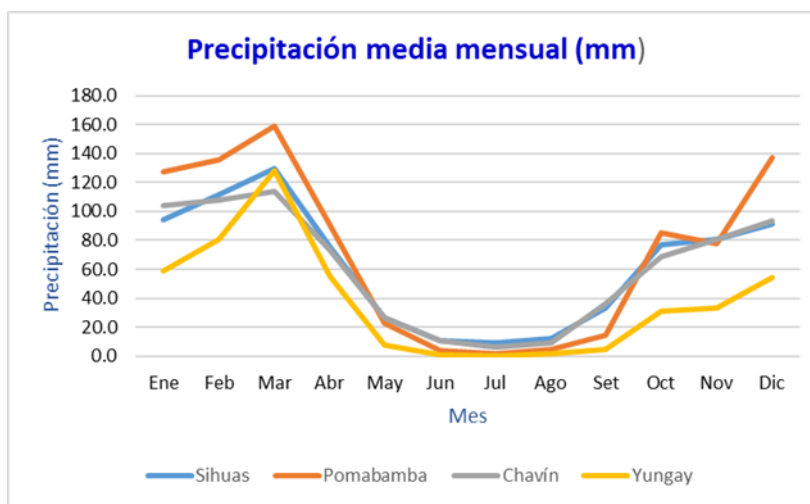
Para determinar la **precipitación media mensual**, se utilizaron datos recopilados anteriormente de las estaciones mencionadas, con los cuales se realizó tratamiento estadístico.

Posterior al tratamiento estadístico se logró contar los siguientes resultados de precipitación de las 04 estaciones:

Tabla 11. *Precipitación medio mensual, con tratamiento estadístico del ámbito del proyecto*

Estación meteorológica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Sihuas	94.1	112.0	130.0	75.2	26.1	10.6	8.8	12.2	33.3	77.1	80.7	91.1	751.3
Pomabamba	127.5	135.8	159.3	90.6	22.4	3.6	1.5	4.6	14.2	85.5	77.8	137.5	818.3
Chavin	104.0	107.6	113.6	73.1	26.7	10.5	5.8	9.2	35.9	69.0	80.4	93.4	729.3
Yungay	59.0	80.6	128.5	54.9	7.4	0.7	0.3	1.2	4.3	30.9	33.3	54.1	455.3

Figura 1. Precipitación promedio media mensual del ámbito del proyecto



Para hallar el valor de la evaporación estimada, se utiliza el método de Lutz Scholz, cuyos valores se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 12: Valores de ETP media anual mm/año

Rio	Altitud media	ETP media anual
Pachacoto	4623.5	1105.0
Yanayacu	4377.0	1149.4
Negro	4403.1	1141.2
Quillcay	4555.4	1106.1
Marcara	4436.1	1127.7
Llanganuco	4490.0	1123.6
Paron	4342.0	1150.6
Santa Cruz	4418.3	1138.4
Los Cedros	4638.7	1102.4
Quitarcasa	4253.1	1171.7

Efectuando la regionalización para la cuenca de aporte hídrico se obtiene ETP =1327.7 mm/año.

Seguido se efectúa el cálculo de precipitaciones mensuales, para lo cual se realiza un ajuste de los datos históricos, homogenizándolos y corrigiendo errores sistemáticos si los hubiera, se completa, extiende y reducen datos a condiciones naturales. Luego de realizar los análisis y tratamientos estadísticos (Ver Anexo D7, D8, D9, D10), obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 13. Información consistente, completa y sin tendencias – Sihuas


 OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA														
ESTACION:	SIHUAS													
PARAMETRO:	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL(mm)						LAT.:	8.567	"S"	DPTO.:	ANCASH			
							LONG.:	77.650	"W"	PROV.:	SIHUAS			
							ALT.:	2,716	msnm	DIST.:	SIHUAS			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual	
1963	94.1	112.0	130.0	73.9	26.1	10.5	8.8	12.2	33.3	77.1	97.6	111.8	787.5	
1964	99.0	101.6	143.6	61.3	30.5	4.0	7.8	15.2	26.4	79.4	99.3	91.1	759.2	
1965	40.1	99.7	175.9	54.5	20.1	0.0	10.8	9.7	74.9	64.2	38.6	100.9	689.4	
1966	68.0	104.6	47.5	59.7	40.7	0.0	0.0	2.4	9.3	91.9	70.9	17.0	512.0	
1967	120.7	147.6	134.1	22.9	21.2	6.7	4.0	5.6	18.5	139.7	37.4	55.7	714.1	
1968	79.9	58.0	74.2	44.0	13.4	9.4	2.4	14.7	41.6	115.5	31.6	45.6	530.3	
1969	34.2	89.3	127.8	83.6	16.4	5.2	7.8	3.3	12.1	72.5	86.0	123.7	661.9	
1970	78.4	79.5	91.2	91.8	26.1	11.8	13.1	5.3	59.1	63.2	352.4	188.1	1060.0	
1971	113.9	113.8	197.8	73.9	22.0	22.2	6.0	14.0	27.6	77.1	82.9	91.1	842.3	
1972	94.1	163.5	227.4	50.5	66.4	28.9	8.8	12.2	79.0	35.0	44.2	52.1	862.1	
1973	189.8	158.6	205.2	243.1	26.1	10.5	26.1	6.3	43.5	59.6	109.6	116.8	1195.2	
1974	82.2	135.4	130.0	73.9	2.1	10.5	17.1	22.6	29.7	77.1	65.5	71.9	718.0	
1975	49.6	112.0	130.0	71.9	34.1	10.5	8.8	12.2	40.5	37.8	63.9	44.5	615.8	
1976	138.0	143.9	141.8	73.9	26.1	10.5	0.0	0.0	6.3	42.0	51.5	37.0	671.0	
1977	108.6	126.0	131.6	93.8	33.3	15.6	4.0	3.1	32.4	91.3	140.6	29.0	809.3	
1978	158.2	112.0	68.9	58.2	48.9	6.7	43.4	26.4	69.5	136.0	107.0	97.3	932.5	
1979	60.8	206.9	196.7	90.1	3.1	0.0	16.0	36.4	85.2	2.8	160.0	73.8	931.8	
1980	61.4	45.3	26.2	37.7	1.6	0.6	0.0	5.2	0.0	221.3	107.5	62.0	568.8	
1981	94.1	155.5	81.1	59.8	15.0	35.5	0.0	2.0	0.0	102.3	88.8	127.0	761.1	
1982	60.6	73.5	58.6	84.7	24.5	0.8	8.3	0.0	35.5	122.3	93.8	91.1	653.7	
1983	99.5	25.5	124.7	76.8	8.8	21.8	0.0	12.1	16.3	77.1	80.7	129.6	672.9	
1984	49.1	264.7	141.1	30.0	26.9	24.4	3.5	5.0	49.1	65.6	71.5	28.5	759.4	
1985	87.4	31.7	40.7	51.1	19.3	5.3	0.0	22.7	12.0	44.6	50.5	49.0	414.3	
1986	94.1	112.0	130.0	73.9	26.1	10.5	8.8	12.2	33.3	46.9	57.1	119.7	724.7	
1987	94.1	167.5	78.1	65.2	44.2	10.5	24.6	42.5	24.4	36.0	55.6	93.4	736.1	
1988	357.2	201.6	36.9	73.9	26.1	10.5	8.8	12.2	33.3	77.1	80.7	91.1	1009.4	
1991	94.1	112.0	130.0	73.9	26.1	10.5	8.8	12.2	33.3	140.3	97.0	83.1	821.4	
1992	7.3	49.5	158.5	167.5	48.3	1.1	9.9	6.3	24.8	0.0	0.0	0.0	473.2	
1993	23.3	250.6	424.6	113.7	1.9	1.9	22.3	33.0	39.4	66.8	88.1	272.7	1338.3	
1994	177.5	184.6	136.8	109.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	21.2	107.6	49.9	796.7	
1995	47.3	79.6	69.7	31.4	9.4	11.9	1.9	5.5	8.7	39.6	66.3	50.2	421.7	
1996	93.8	81.4	91.6	128.8	39.5	1.9	1.9	4.8	28.9	115.9	46.7	40.5	675.6	
1997	65.2	152.3	120.6	65.6	26.6	37.5	9.5	33.1	62.3	160.7	159.6	269.7	1162.6	
1998	228.6	224.1	318.8	68.8	22.7	30.7	1.9	29.5	52.0	146.3	90.1	83.3	1296.9	
1999	94.1	298.6	111.3	53.6	24.2	10.5	14.7	21.9	123.6	60.9	55.1	55.1	923.5	
2000	38.7	75.0	50.8	68.9	26.0	1.9	1.9	29.1	33.3	77.1	52.1	43.7	498.4	
2001	154.0	53.2	130.0	73.9	26.1	10.5	28.3	12.2	33.3	77.1	80.7	91.1	770.4	
2002	94.1	112.0	130.0	73.9	26.1	10.5	23.4	12.2	33.3	108.4	167.4	111.7	903.1	
2003	19.1	43.8	111.7	60.9	26.1	10.5	1.9	1.9	29.7	39.5	80.7	91.1	517.0	
2004	39.4	61.6	70.3	23.3	33.9	8.5	19.4	2.9	38.5	82.4	93.1	60.7	534.0	
2005	46.5	42.8	124.1	53.2	1.9	1.9	1.9	10.8	9.7	62.5	19.2	85.4	460.1	
2006	74.9	56.6	137.8	58.8	12.1	12.7	1.9	11.8	49.7	77.5	78.6	84.4	656.7	
2007	95.5	46.9	154.0	115.4	5.7	1.9	22.3	9.7	13.3	98.1	71.4	62.7	697.0	
2008	91.3	93.5	101.0	63.6	14.3	16.9	1.9	5.5	48.9	117.1	56.3	91.1	701.5	
2009	150.1	156.3	193.2	73.9	26.1	19.9	22.6	50.1	33.3	92.2	71.7	106.4	995.9	
2010	55.5	57.3	89.0	72.0	45.3	11.2	4.8	3.9	8.4	43.8	96.0	104.5	591.7	
2011	72.3	47.8	94.7	98.7	14.5	1.9	11.0	4.9	33.7	30.3	54.6	109.0	573.4	
2012	143.7	111.4	115.6	78.5	38.8	11.5	1.9	2.8	7.4	77.3	77.5	80.8	747.2	
2013	59.4	99.4	130.0	84.2	26.4	11.4	6.3	23.0	17.6	79.8	33.9	80.3	651.7	
2014	68.6	96.5	160.2	55.0	46.0	6.5	3.1	1.9	27.5	43.8	42.0	124.6	675.7	
2015	143.6	50.8	145.7	78.1	96.6	1.9	3.9	8.3	13.5	36.2	67.8	93.1	739.7	
2016	82.0	110.5	70.4	55.7	5.1	10.9	1.9	5.5	32.9	80.5	11.5	110.5	577.5	
2017	110.0	87.7	171.2	124.3	65.4	17.7	1.9	5.6	45.5	53.4	92.2	149.7	924.7	
2018	98.0	50.5	164.2	80.6	33.3	22.1	4.8	1.9	44.1	114.7	107.0	91.3	812.6	
2019	101.6	130.2	173.8	58.6	17.9	3.3	8.8	1.9	34.4	76.1	80.7	175.8	863.0	
2020	94.1	112.0	130.0	73.9	26.1	10.5	8.8	12.2	9.0	42.7	46.8	110.4	676.6	
Prom	94.1	112.0	130.0	75.2	26.1	10.6	8.8	12.2	33.3	77.1	80.7	91.1	751.3	
Max.	357.2	298.6	424.6	243.1	96.6	37.5	43.4	50.1	123.6	221.3	352.4	272.7		
Min.	7.3	25.5	26.2	22.9	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
S	55.9	60.2	65.6	34.4	17.6	8.9	9.0	11.3	23.1	40.4	50.2	50.5		

Tabla 14 Información consistente, completa y sin tendencias – Pomabamba


 OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA														
ESTACION:	POMABAMBA						LAT.:	8.822 "S"	DPTO.	ANCA SH				
PARAMETRO:	PRECIPTACION TOTAL MENSUAL(mm)						LONG.:	77.457 "W"	PROV.	POMA BAMBA				
							ALT.:	2,985 msnm	DIST. :	POMA BAMBA				
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual	
1989	127.5	135.8	159.3	90.6	22.4	3.6	22.5	42.7	14.2	85.5	77.8	19.4	801.4	
1990	93.0	75.6	82.8	49.5	5.4	58.7	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	44.2	456.2	
1991	71.3	53.8	47.9	61.2	27.1	2.0	0.0	0.0	0.0	62.3	0.0	137.5	463.1	
1992	32.5	30.0	159.3	90.6	2.1	13.5	22.2	4.6	17.9	45.2	2.9	54.0	474.8	
1993	275.3	181.3	350.7	301.1	68.2	17.8	1.5	4.6	100.2	147.0	157.7	230.7	1836.1	
1994	241.5	135.8	244.5	246.7	151.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	276.0	1303.0	
1995	96.4	201.1	139.7	51.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.6	73.6	99.0	711.3	
1996	97.5	163.0	111.8	37.6	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	171.4	86.3	91.4	784.0	
1997	61.3	61.4	57.4	37.0	7.1	0.0	0.0	0.0	22.2	107.6	69.1	199.3	622.3	
1998	209.2	212.9	185.9	101.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	215.5	43.1	58.5	1026.5	
1999	122.7	251.8	160.8	98.4	0.0	0.0	0.0	83.6	0.0	14.3	87.5	157.5	976.5	
2000	85.4	271.7	203.5	0.0	22.4	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	104.4	171.5	870.0	
2001	348.5	135.8	159.3	166.6	22.4	3.6	0.0	0.0	0.0	55.6	131.2	110.3	1133.3	
2002	92.9	135.8	204.2	57.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.4	123.2	114.2	871.9	
2003	93.3	157.6	86.1	43.8	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	31.9	63.6	191.6	698.8	
2004	88.0	91.5	63.3	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	55.4	95.3	80.3	104.6	585.7	
2005	82.3	88.4	159.3	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.6	23.2	54.4	554.1	
2006	73.6	57.2	157.6	115.4	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	63.8	78.2	145.0	711.0	
2007	142.5	8.0	129.0	100.2	0.2	0.0	0.0	4.6	21.0	115.4	59.7	39.9	620.5	
2008	83.4	116.9	61.6	88.3	0.0	1.7	0.0	0.0	31.1	197.1	26.0	78.8	684.9	
2009	68.5	69.4	140.0	141.0	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	48.9	183.5	241.9	913.3	
2010	149.3	166.0	195.5	50.9	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	58.2	110.9	116.4	849.7	
2011	103.9	69.5	108.3	76.1	0.0	0.0	1.5	0.0	21.9	66.6	77.8	185.4	711.1	
2012	149.1	115.6	148.1	175.8	22.3	0.0	0.0	0.0	0.0	73.0	107.4	118.7	910.0	
2013	124.1	150.1	173.6	65.6	28.8	0.0	0.0	6.9	13.2	140.2	78.6	106.8	887.8	
2014	97.1	204.0	163.3	62.1	70.8	0.0	0.0	0.0	37.1	70.2	50.1	218.8	973.4	
2015	179.5	123.7	207.2	78.7	121.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.2	146.6	110.9	1026.9	
2016	126.0	190.2	168.9	105.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.6	71.4	177.3	988.7	
2017	127.5	176.7	220.4	110.3	64.4	10.7	0.0	0.0	5.1	43.2	51.9	216.7	1027.1	
2018	152.7	135.3	197.7	88.2	21.1	0.0	0.0	0.0	17.9	147.9	139.6	97.4	997.7	
2019	206.5	231.0	292.1	65.6	0.9	0.0	0.0	0.0	6.1	56.9	98.9	294.2	1252.1	
2020	78.1	148.5	159.3	90.6	22.4	3.6	1.5	0.0	4.4	85.5	77.8	137.5	809.3	
Prom.	127.5	135.8	159.3	90.6	22.4	3.6	1.5	4.6	14.2	85.5	77.8	137.5	818.3	
Max.	348.5	271.7	350.7	301.1	151.5	58.7	22.5	83.6	100.2	215.5	183.5	294.2		
Min.	32.5	8.0	47.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4		
S	67.4	64.4	65.9	62.2	36.2	10.9	5.5	16.3	21.0	54.8	46.1	70.5		

Tabla 15. Información consistente, completa y sin tendencias – Chavin



 OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA														
ESTACION:	CHAVIN						LAT.:	9.598	"S"	DPTO.	ANCASH			
PARAMETRO:	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)						LONG.:	77.175	"W"	PROV.	HUARI			
							ALT.:	3140	msnm	DIST.:	CHAVIN DE HUANTAR			
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual	
1986	138.4	94.5	60.5	103.0	19.0	3.7	16.6	13.0	58.4	51.0	71.0	87.5	716.5	
1987	119.2	100.1	79.3	56.3	9.8	10.8	17.0	16.2	33.4	38.7	94.5	85.9	661.2	
1988	164.3	96.7	98.3	134.5	24.4	0.0	0.0	0.0	34.0	66.5	43.9	63.8	726.5	
1989	79.4	103.5	118.6	66.1	18.8	20.3	3.7	18.3	45.7	96.2	48.4	28.7	647.7	
1990	85.5	95.4	102.3	42.8	28.6	34.2	8.7	0.0	42.5	145.4	115.8	94.8	796.0	
1991	107.5	88.3	188.2	44.8	23.3	4.1	2.8	0.0	23.3	75.5	83.0	44.0	684.8	
1992	52.5	66.5	98.8	28.7	0.0	5.5	3.4	36.4	15.6	63.2	76.1	40.6	487.3	
1993	120.9	128.1	188.6	124.9	21.1	7.9	11.0	13.9	62.4	86.6	160.9	183.1	1109.4	
1994	167.1	175.8	157.9	89.5	22.7	13.4	0.0	0.0	41.8	57.6	52.9	80.1	858.8	
1995	112.2	98.5	152.0	75.5	53.1	22.0	1.0	0.0	30.1	87.7	75.5	142.2	849.8	
1996	107.9	141.8	147.1	139.6	34.0	2.6	0.0	19.5	18.0	41.7	33.9	60.3	746.4	
1997	85.9	125.7	61.3	20.9	12.0	5.9	1.4	13.4	37.2	52.2	101.3	111.4	628.6	
1998	160.9	127.4	151.8	41.2	12.2	4.6	0.0	4.2	7.5	58.2	66.7	38.9	673.6	
1999	118.3	239.2	113.8	98.3	34.8	13.7	5.7	3.6	67.5	51.0	92.5	93.5	931.9	
2000	96.0	160.5	145.4	129.0	42.2	11.1	4.5	41.7	26.2	13.9	50.2	109.4	830.0	
2001	161.2	80.4	172.8	45.3	46.9	3.4	2.9	5.3	41.5	97.6	127.4	115.9	900.4	
2002	71.2	105.4	171.5	88.3	18.8	0.0	32.8	0.0	20.3	111.8	124.4	108.7	853.2	
2003	55.1	79.6	134.7	64.7	30.3	5.5	0.0	16.4	16.6	35.7	72.8	190.9	702.3	
2004	40.2	103.0	67.4	25.9	12.3	12.3	24.2	2.7	47.9	114.5	111.4	119.6	681.4	
2005	72.7	95.3	0.0	45.7	24.7	0.0	0.0	1.6	18.4	102.9	48.8	122.6	532.7	
2006	99.3	122.6	191.3	106.7	8.4	59.8	5.1	5.5	54.4	85.4	133.9	153.9	1026.4	
2007	111.5	35.9	171.1	133.6	25.5	0.0	4.1	5.3	24.0	65.2	93.4	60.5	730.1	
2008	90.0	95.3	87.9	66.3	12.2	10.2	4.6	11.3	34.4	95.3	48.2	61.7	617.4	
2009	129.2	96.6	88.5	66.6	45.3	9.1	6.3	13.3	34.6	96.7	107.6	97.4	791.0	
2010	97.4	81.9	81.9	63.5	21.7	12.7	6.1	9.2	42.8	50.8	81.2	100.7	649.8	
2011	94.6	85.3	83.4	64.2	16.8	7.2	4.3	8.7	35.2	35.5	83.0	98.8	616.9	
2012	113.5	110.0	94.4	69.4	16.4	16.3	6.3	6.7	42.0	50.9	80.4	95.4	701.8	
2013	73.2	103.6	91.6	68.0	20.8	7.2	6.1	11.8	40.4	69.9	67.4	88.4	648.3	
2014	84.0	129.0	102.9	73.4	33.3	9.6	5.8	8.1	41.3	47.0	41.3	92.8	668.8	
2015	143.0	86.1	122.0	45.1	78.5	9.2	1.3	3.3	41.4	47.4	97.6	82.6	757.5	
2016	32.4	104.3	72.6	65.1	8.6	0.0	0.0	5.1	33.7	81.2	19.8	80.5	503.3	
2017	131.2	88.7	76.6	60.9	41.2	9.4	0.7	4.2	22.9	56.9	56.0	65.5	614.3	
2018	121.7	83.0	82.4	63.7	42.7	11.5	6.3	8.9	42.2	63.7	92.3	83.5	702.0	
2019	98.7	131.2	103.9	73.9	48.2	14.1	6.1	6.7	44.9	50.7	78.8	93.4	750.8	
2020	104.0	107.6	113.6	73.1	26.7	10.5	5.8	9.2	35.9	69.0	80.4	93.4	729.3	
Prom.	104.0	107.6	113.6	73.1	26.7	10.5	5.8	9.2	35.9	69.0	80.4	93.4	729.3	
Max.	167.1	239.2	191.3	139.6	78.5	59.8	32.8	41.7	67.5	145.4	160.9	190.9		
Min.	32.4	35.9	0.0	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	13.9	19.8	28.7		
S	34.3	35.1	44.6	32.0	16.1	11.3	7.2	9.5	13.8	27.7	31.3	36.7		

Tabla 16. Información consistente, completa y sin tendencias – Yungay

 OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA														
ESTACION:	YUNGAY						LAT.:	9.142	"S"	DPTO.	ANCASH			
PARAMETRO:	PRECIPITACION TOTAL MENSUAL(mm)						LONG.:	77.750	"W"	PROV.	YUNGAY			
							ALT.:	2466	msnm	DIST. :	YUNGAY			
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Anual	
1971	17.7	80.3	179.0	26.8	2.8	0.1	0.0	0.0	5.4	25.4	29.1	41.0	407.5	
1972	85.1	83.7	153.6	53.3	5.7	0.1	0.0	7.7	4.7	8.7	30.6	50.9	484.0	
1973	45.7	66.9	128.6	50.4	6.4	0.1	7.7	0.9	6.8	37.7	34.5	56.9	442.6	
1974	61.0	79.9	84.9	27.4	2.8	0.1	0.0	0.0	3.0	10.0	39.0	30.9	339.0	
1975	47.6	69.1	201.9	36.1	9.1	0.0	0.0	11.5	9.1	9.2	9.1	28.9	431.6	
1976	41.3	43.6	50.9	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	37.8	22.6	228.7	
1977	49.3	77.5	144.1	28.8	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	29.1	64.9	409.0	
1978	56.8	86.7	37.7	25.9	5.4	0.1	0.0	0.0	10.2	18.8	16.7	31.1	289.4	
1979	39.4	64.2	115.4	77.4	5.6	0.1	0.0	11.1	8.1	5.7	23.2	57.1	407.1	
1980	31.0	55.5	96.5	6.6	2.8	0.1	0.0	0.0	1.7	55.2	36.0	40.1	325.4	
1981	33.3	98.5	134.8	28.7	2.8	0.1	0.0	0.0	3.6	30.7	47.8	21.9	402.4	
1982	44.2	53.6	60.0	45.0	3.4	0.1	0.0	0.0	1.7	63.5	52.4	42.5	366.4	
1983	67.0	62.8	118.7	93.2	22.2	8.3	0.0	0.0	3.3	14.6	33.3	50.1	473.3	
1984	44.8	65.0	177.7	43.0	8.1	0.1	0.0	7.1	3.6	34.3	17.1	34.4	435.3	
1985	11.7	67.3	83.3	10.9	5.5	0.1	0.0	0.0	19.6	0.2	10.3	33.9	242.6	
1986	81.5	67.4	76.9	46.2	2.8	0.1	0.0	6.2	1.7	12.9	16.9	48.9	361.4	
1987	77.0	77.9	92.4	60.4	2.8	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	30.7	27.5	370.4	
1988	67.0	73.9	70.7	55.8	12.6	0.1	0.0	0.0	1.7	11.3	19.2	40.4	352.7	
1989	76.6	83.2	119.7	94.8	12.8	0.1	0.0	1.4	6.0	41.4	14.8	43.3	494.2	
1990	62.5	53.9	134.3	17.4	2.8	7.3	0.0	0.0	3.6	42.8	34.5	17.2	376.3	
1991	31.9	52.0	114.5	85.7	6.8	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0	11.5	24.9	329.0	
1992	30.9	71.1	25.4	50.5	10.1	3.9	0.0	0.0	1.7	5.8	17.8	5.3	222.4	
1993	59.0	69.9	170.3	67.9	8.6	6.0	0.0	0.0	8.1	39.7	21.8	51.0	502.2	
1994	107.1	93.4	132.8	53.3	10.2	0.1	0.0	0.0	1.7	5.3	17.2	10.5	431.5	
1995	34.2	39.8	84.4	34.2	2.8	0.1	0.0	0.0	1.7	13.4	25.6	35.0	271.2	
1996	130.4	138.2	108.2	60.1	5.2	2.0	0.0	0.0	5.1	55.0	28.6	51.5	584.4	
1997	46.5	158.6	0.0	17.4	6.2	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.1	54.1	290.5	
1998	10.5	182.0	143.6	64.1	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	35.1	4.9	25.0	469.5	
1999	50.5	57.4	97.0	22.3	5.9	0.7	0.3	1.3	3.7	18.4	23.0	29.5	310.0	
2000	56.7	65.5	101.1	42.4	5.9	0.7	0.3	1.3	3.7	17.7	22.4	28.2	345.7	
2001	56.7	64.8	99.6	41.8	5.9	0.7	0.3	1.3	3.7	17.1	21.7	26.8	340.3	
2002	127.4	105.6	364.6	84.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	260.4	362.7	114.3	1420.0	
2003	213.4	122.2	108.0	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	8.7	117.0	599.4	
2004	45.8	163.9	29.1	59.8	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	95.0	68.5	42.3	511.2	
2005	39.5	79.7	149.1	52.4	2.0	0.0	0.0	0.0	13.8	8.5	0.0	84.8	429.8	
2006	60.4	142.8	259.1	175.3	0.0	3.4	0.0	2.6	4.3	0.0	46.1	210.4	904.4	
2007	78.3	11.7	440.8	169.4	38.4	0.0	0.0	3.1	5.5	60.5	64.4	15.2	887.3	
2008	78.9	62.5	156.4	43.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	63.0	16.4	0.0	420.7	
2009	169.5	73.1	127.9	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	114.1	53.7	0.0	590.4	
2010	24.2	61.7	58.5	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.9	113.2	378.0	
2011	92.3	0.0	101.7	176.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.1	570.6	
2012	50.9	76.1	63.6	50.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	29.2	37.5	311.1	
2013	0.0	74.6	127.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.6	0.0	18.2	246.8	
2014	91.5	88.1	94.8	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.1	365.3	
2015	56.7	53.6	138.2	0.0	33.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	7.5	290.5	
2016	34.2	184.4	121.4	88.4	7.7	0.0	0.0	0.0	35.1	51.0	6.8	91.9	620.9	
2017	136.6	175.7	350.0	113.5	29.5	2.3	0.0	0.0	4.2	67.9	23.0	96.8	999.5	
2018	155.6	104.6	172.0	147.0	76.5	0.0	0.0	0.0	5.5	35.3	49.5	78.0	824.0	
2019	67.5	106.2	93.0	36.9	10.9	1.8	0.8	0.0	12.1	63.5	50.1	165.4	608.2	
2020	51.2	65.7	128.5	54.9	7.4	0.7	0.3	1.2	4.3	30.9	33.3	54.1	432.5	
Prom.	64.6	83.1	128.4	54.6	8.0	0.8	0.2	1.2	4.6	31.0	33.4	53.1	462.9	
Max.	213.4	184.4	440.8	176.5	76.5	8.3	7.7	11.5	35.1	260.4	362.7	210.4		
Min.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
S	41.5	39.4	81.1	42.4	12.9	1.9	1.1	2.7	6.0	42.2	51.6	45.6		

Oferta hídrica: Para obtener resultados de la oferta hídrica se aplican ecuaciones de regresión denominadas como regionalización, luego de analizar una serie de ecuaciones de regresión se encontró como la ecuación más representativa para el estudio la de tipo lineal: $P_{\text{anual}} = 0.4161(H) - 487.53$

$R^2 = 0.5984$ 59.8%

$R = 0.7736$ 77.4%

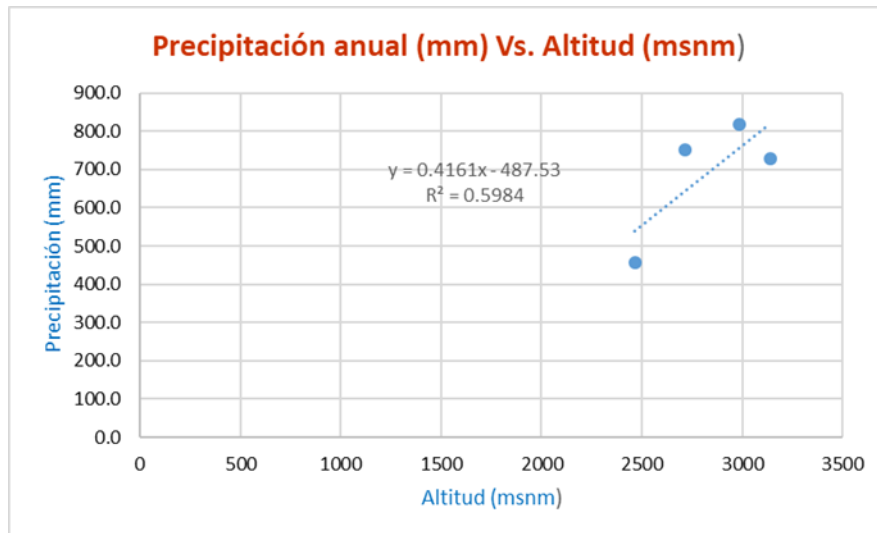
siendo la que más se ajusta a dependencia con $r^2 = 0.5984$

Tabla 17. Resumen de la precipitación media anual (mm)

Estación meteorológica	Altitud (msnm)	Anual
Sihuas	2716	748.7
Pomabamba	2985	965.2
Chavín	3140	729.3
Yungay	2466	436.1

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Correlación de la precipitación media anual (mm)



Fuente: Elaboración propia

Tomando como sustento los valores de precipitaciones mensuales de la estación de Pomabamba con datos consistentes, completos y sin tendencia del periodo de registro de (1996 – 2020), se generaron las precipitaciones mensuales para la cuenca de aporte, para lo cual se tomaron como factores de generación a la relación entre precipitación media anual correspondiente a las unidades hidrológicas de aporte la precipitación media anual de la estación Pomabamba, resultando un factor de corrección por altitud: $F=1.349$.

En la zona de análisis la oferta del recurso hídrico, fue realizado mediante datos de precipitación de años anteriores junto con las características físicas de la unidad hidrológica de aporte, logrando estimar las liberaciones naturales, con el método del Balance Hidrológico de Lutz Scholz que es un modelo con una combinación determinística y sometido al azar para un análisis estadístico.

Se efectuó el cálculo de **temperatura media mensual** para la cuenca de aporte hídrico del proyecto cuya altitud media es de 3824 msnm, se realizó mediante la generación de ecuaciones lineales de correlación entre las estaciones de Pomabamba, Sihuas, Chavín y Yungay, los resultados se visualizan en la tabla siguiente, mediante la ecuación de correlación:

$$T = -0.0002(H) + 15.698$$

Tabla 18. *Temperatura media mensual generada para la cuenca de oferta hídrica.*

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)														
Estación meteorológica	Altitud (msnm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Promedio
Pomabamba	2716	14.9	14.7	14.3	14.6	14.5	13.7	13.7	14.2	14.7	15.0	15.4	14.8	14.5
Sihuas	2985	16.9	16.8	16.4	16.8	17.1	16.6	16.0	17.3	17.4	17.1	17.2	16.8	16.9
Chavin	3140	14.2	14.0	13.1	13.4	14.1	13.8	13.9	14.6	14.7	14.5	14.4	13.9	14.0
Yungay	2466	15.5	15.4	14.9	14.7	15.3	14.6	14.8	15.2	16.0	16.0	15.5	15.2	15.3
jambon oferta	3824													14.9

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el cálculo del **Coefficiente de escurrimiento anual**, se trabajó con diferentes métodos, los cuales son:

Método de L. Turk (Ver Anexo D11), Método de Coutagne (Ver Anexo D12), Método de Keller (Ver Anexo D13), Método de Becerrill (Ver Anexo D14), Método de Nadal (Ver Anexo D15).

En resumen, tenemos:

Tabla 19. Resumen del coeficiente de escurrimiento anual.

Metodo	C
Método de L. Turk	0.45
Metodo de Coutagne	0.45
Metodo de Becerrill	0.21
Metodo de Keller	0.67
Metodo de Nadal	0.78
Promedio	0.511

Fuente: Elaboración propia

La **retención de la unidad hidrográfica (R)** en su totalidad, para el año promedio de la cuenca de aporte al río, según lo observado en campo y mediante vistas satelitales se consideró con un valor igual a 50.00 mm/año; de acuerdo al reconocimiento de campo representa el comportamiento en la cuenca de aporte.

El **coeficiente de Agotamiento (a)**, se determina a partir de una fórmula empírica donde el coeficiente está en función del área de la unidad hidrográfica e interviene en el desarrollo de los caudales durante la estación seca, donde se ha utilizado las fórmulas características, obteniéndose un valor de 0.0226.

Para la **generación de Caudales** se realizan los siguientes pasos: **Del inventario** de precipitación total mensual se deduce la precipitación **media** mensual y la precipitación **real mediante la fórmula:**

$$PE = a + a_1 P + a_2 P^2 + a_3 P^3 + a_4 P^4 + a_5 P^5$$

Donde:

PEt = Precipitación efectiva mensual (mm)

P = Precipitación promedio mensual (mm)

a....a5 = Coeficientes del polinomio. (Ver Anexo D16)

Se calcula el **gasto de la retención** a partir del mes de Mayo hasta Setiembre porque son los meses con pocas lluvias, para esto se utilizarán información de fórmulas establecidas, arrojando los valores de: gasto de la retención (Ver Anexo D17), precipitación efectiva total de la unidad hidrográfica, y se realizó la **generación de caudales mensuales (CMi)** para el año, utilizando la ecuación:

$$CMi = PEi + Gi - Ai$$

Donde:

CMi : Generación de caudales mensuales

PEi : precipitación efectiva del mes i

Gi : El gasto de la retención

Ai : abastecimiento del mes i.

Obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 20. Características generales de la cuenca de aporte hídrico

Area de la cuenca: A		19.100	Km2
Altitud Media de la Microcuenca: H		3824	msnm
Pendiente Media de la Microcuenca		0.5523	m/m
Precipitación Media Anual: P		1103.6	mm
Evaporación Total Anual: ETP		1246.01	mm
Temperatura Media Anual: T		14.90	°C
Déficit de Escurrimiento: D		679.9	mm/año
Coeficiente de Escorrentía: C		0.470	
Coeficiente de Agotamiento: a		0.0226	
Relación de Caudales (30 días): bo		0.508	
Area de lagunas y acuíferos		0.500	Km2
Gasto Mensual de Retención: R		50.0	mm/año

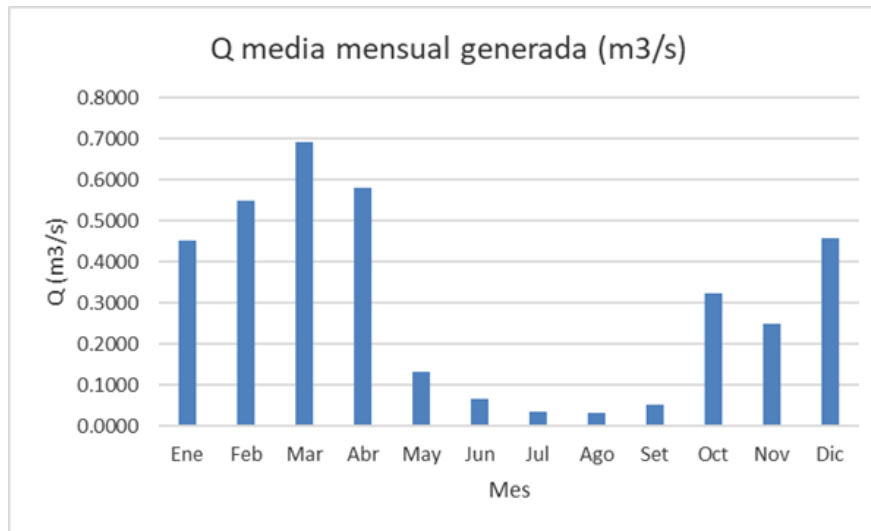
Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Generación de caudales medios mensuales para el año promedio

MES	N° días del mes	PRECIPITACION MENSUAL				CONTRIBUCION DE LA RETENCION				CAUDALES GENERADOS	
		P mm/mes	Efectiva			Gasto		Abastecimiento		mm/mes	m3/s
			PE II mm/mes	PE III mm/mes	PE mm/mes	bi mm/mes	Gi	ai mm/mes	Ai mm/mes		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ene	30	148.0	38.6	122.1	81.4			0.400	20.0	61.4	0.4521
Feb	28	145.9	37.6	119.4	79.4			0.200	10.0	69.4	0.5483
Mar	31	169.0	47.8	144.3	97.2			0.000	0.0	97.2	0.6933
Abr	30	118.3	25.0	81.2	53.8	0.508	24.8			78.6	0.5792
May	31	35.8	3.4	8.0	5.8	0.258	12.6			18.4	0.1310
Jun	30	15.6	1.7	3.7	2.7	0.131	6.4			9.1	0.0673
Jul	31	8.8	1.0	2.3	1.6	0.067	3.3			4.9	0.0349
Ago	31	15.5	1.7	3.7	2.7	0.034	1.7			4.4	0.0312
Set	30	38.0	3.7	8.6	6.2	0.017	0.8			7.0	0.0518
Oct	31	108.6	21.0	67.8	44.9	0.009	0.4			45.3	0.3234
Nov	30	98.4	17.1	54.5	36.2			0.050	2.5	33.7	0.2486
Dic	31	148.2	38.7	122.4	81.5			0.350	17.5	64.0	0.4566
AÑO		1050.1	237.2	738.0	493.6	1.024	50.0	1.000	50.0	493.6	0.30
Coeficientes		0.47	0.488	0.512	1.000						

Fuente: Elaboración propia

Figura 03: Caudal medio mensual generado (m3/s)



Fuente: Elaboración propia

Con métodos estadísticos se efectúa el proceso de regresiones (Ver Anexo D18), error estándar y el coeficiente de correlación (Ver Anexo D19)

Con los resultados se prosigue a la generar los caudales medios mensuales mediante la siguiente formula:

$$Q(I,J)=B1+B2*Q(I,J-1)+B3*PE(I,J)+S(1-R2)^{1/2}*Z(J)$$

Donde:

Q (I, J) = caudal generado del año I, mes J

Q (I, J-1) = caudal del año I, mes (J-1)

PE (I, J) = precipitación efectiva del año I, mes J

S = error estándar

R = coeficiente de correlación múltiple

Z(J) = número aleatorio normal (0,1) del mes J

B1, B2 y B3 = coeficientes de regresión

Aplicando el modelo de generación descrito anteriormente, se calculan los valores de las descargas en m³/s mensuales de la Cuenca, tal como se presenta:

Tabla 22. Descargas medias mensuales generadas (m3/s) – cuenca de aporte hídrico

Año	Área 19.100 Km2												Prom. (m3/s)
	Ene. 30	Feb. 28	Mar. 31	Abr. 30	May. 31	Jun. 30	Jul. 31	Ago. 31	Set. 30	Oct. 31	Nov. 30	Dic. 31	
1996	0.5441	0.8965	0.6104	0.2256	0.0735	0.0522	0.0306	0.0355	0.0085	0.7550	0.4827	0.4478	0.3469
1997	0.2696	0.2137	0.1597	0.1023	0.0467	0.0433	0.0328	0.0665	0.0481	0.3726	0.2727	1.0100	0.2198
1998	1.3025	1.4992	1.2313	0.6937	0.1912	0.0693	0.0470	0.0394	0.0310	1.0589	0.3865	0.2213	0.5643
1999	0.5343	1.5628	1.0827	0.6253	0.2055	0.0968	0.0568	0.2689	0.0953	0.0333	0.2884	0.7088	0.4632
2000	0.4536	1.6791	1.3765	0.4066	0.1080	0.0564	0.0588	0.0269	0.0087	0.0246	0.3789	0.8449	0.4505
2001	2.2146	1.2092	0.9737	1.0249	0.2573	0.0737	0.0476	0.0474	0.0505	0.1441	0.5457	0.5482	0.5947
2002	0.4351	0.7226	1.1248	0.4241	0.1454	0.0627	0.0444	0.0435	0.0380	0.5688	0.6160	0.5902	0.4013
2003	0.4603	0.8589	0.4755	0.1905	0.0616	0.0264	0.0631	0.0377	0.0440	0.0353	0.1459	0.9509	0.2792
2004	0.5352	0.4840	0.2491	0.0657	0.0274	0.0254	0.0684	0.0508	0.1186	0.3447	0.2995	0.4295	0.2249
2005	0.3438	0.3989	0.7606	0.2682	0.0994	0.0498	0.0358	0.0371	0.0538	0.3606	0.1082	0.1315	0.2206
2006	0.2501	0.1952	0.7149	0.6299	0.1936	0.0661	0.0607	0.0471	0.0287	0.1688	0.2620	0.6712	0.2740
2007	0.7768	0.2501	0.5820	0.5077	0.1663	0.0609	0.0478	0.0290	0.0331	0.4288	0.2339	0.1103	0.2689
2008	0.2611	0.5470	0.2720	0.3486	0.1176	0.0668	0.0592	0.0438	0.0245	0.9248	0.2850	0.2711	0.2685
2009	0.2533	0.2764	0.6335	0.7506	0.2133	0.0662	0.0446	0.0580	0.0508	0.1038	0.8944	1.4400	0.3987
2010	1.0355	1.0959	1.1767	0.4216	0.1273	0.0632	0.0383	0.0468	0.0416	0.1410	0.4364	0.5527	0.4314
2011	0.5107	0.3126	0.4648	0.3384	0.1080	0.0000	0.0000	0.0287	0.0220	0.1871	0.2479	0.8952	0.2596
2012	0.8953	0.7317	0.7894	1.0310	0.2824	0.1285	0.0574	0.0325	0.0638	0.2089	0.4439	0.5696	0.4362
2013	0.6469	0.8575	0.9818	0.4623	0.1430	0.0639	0.0211	0.0167	0.0185	0.5581	0.3840	0.4580	0.3843
2014	0.4727	1.2020	0.9772	0.4501	0.3115	0.1097	0.0600	0.0565	0.0716	0.1898	0.1452	1.0944	0.4284
2015	1.1453	0.8490	1.2170	0.5768	0.5865	0.1758	0.0806	0.0712	0.0672	0.1453	0.6637	0.5519	0.5109
2016	0.6389	1.1097	0.9915	0.6522	0.2045	0.0823	0.0506	0.0505	0.0358	0.6243	0.3638	0.8892	0.4744
2017	0.7338	1.0695	1.3165	0.7566	0.3524	0.1225	0.0550	0.0296	0.0170	0.0599	0.1236	1.1006	0.4781
2018	0.9865	0.8411	1.1343	0.5890	0.1537	0.0719	0.0542	0.0549	0.0273	0.6454	0.7521	0.5142	0.4854
2019	1.1577	1.5620	1.9141	0.7112	0.2068	0.0875	0.0397	0.0313	0.0292	0.1364	0.3889	1.6592	0.6603
2020	0.6854	0.8639	0.8919	0.5228	0.1445	0.0587	0.0206	0.0257	0.0330	0.2726	0.2852	0.6033	0.3673
MAX.	2.2146	1.6791	1.9141	1.0310	0.5865	0.1758	0.0806	0.2689	0.1186	1.0589	0.8944	1.6592	0.6603
MED.	0.7017	0.8515	0.8841	0.5110	0.1811	0.0712	0.0470	0.0510	0.0417	0.3397	0.3774	0.6906	0.3957
MIN.	0.2501	0.1952	0.1597	0.0657	0.0274	0.0000	0.0000	0.0167	0.0087	0.0246	0.1082	0.1103	0.2198
D. EST	0.4365	0.4484	0.4048	0.2484	0.1167	0.0359	0.0173	0.0473	0.0270	0.2879	0.1970	0.3794	0.1220

Fuente: Elaboración propia

Luego de obtener los caudales medios mensuales que brinda la cuenca, se calcula la oferta del agua para dos escenarios de ciclo hidrológico, los meses de estación seca y meses de lluvia, con la finalidad de determinar la oferta hídrica en el punto de interés. Del modelo hidrológico para determinar caudales medios mensuales de la transformación precipitación-escorrentía realizada, por métodos estadísticos y realizando interpolaciones, se tiene los valores de los caudales medios mensuales con persistencias de 50%, 75% y 90% en la siguiente tabla:

Tabla 23. Caudal medio mensual generado con persistencia del 50%, 75% y 90%

Q (m ³ /s)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Q 90%	0.264	0.261	0.349	0.205	0.066	0.033	0.025	0.028	0.018	0.045	0.145	0.241
Q75%	0.499	0.532	0.671	0.383	0.119	0.062	0.042	0.034	0.030	0.155	0.288	0.504
Q50%	0.544	0.858	0.974	0.508	0.154	0.066	0.048	0.043	0.036	0.209	0.364	0.590
Q (Vs)	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Q 90%	264.5	260.6	349.1	204.6	66.4	33.2	24.9	27.6	17.6	45.1	145.5	241.2
Q75%	499.0	532.4	671.5	383.4	118.8	62.1	42.1	34.4	30.0	155.1	288.2	503.8
Q50%	544.1	857.5	973.7	507.7	153.7	66.1	47.8	43.5	35.8	208.9	363.8	590.2

Fuente: Elaboración propia

En el estudio debemos mencionar el Caudal ecológico (Q_e), ya que según resolución jefatural N°2678-2019-ANA, indica que, en caso de caudales en cursos o fuentes naturales de agua, se realizara el análisis tomando en cuenta las condiciones actuales del régimen hidrológico, para lo cual se tomaran datos históricos de una serie mínima de 20 años. Para deducir el caudal ecológico, se puede tomar como referencia el 15% del caudal medio mensual.

Tabla 24. Valores de caudal ecológico

Q _e	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
m ³ /s	0.105	0.128	0.133	0.077	0.027	0.011	0.007	0.008	0.006	0.051	0.057	0.104

Fuente: Elaboración propia

Con las áreas de la cuenca de aporte, se obtiene los valores correspondientes de los **caudales específicos** (Q_{esp} = Q / A) que se visualizan en la tabla siguiente:

Tabla 25. Caudal específico (Rendimiento) de la oferta hídrica de la cuenca de aporte.

Q _{esp}	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
m ³ /s/km ²	0.1955	0.2051	0.2209	0.1574	0.0451	0.0151	0.0111	0.0154	0.0256	0.1091	0.1078	0.1786
l/s/km ²	195.5	205.1	220.9	157.4	45.1	15.1	11.1	15.4	25.6	109.1	107.8	178.6

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se realiza el cálculo de la **demanda de agua** para uso agrícola en la cuenca, para lo cual debemos tener en cuenta que cultivos se van a implantar y/o mejorar en el área de estudio, como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 26. Cedula de cultivo.

Variables	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Papa	Há	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
Maiz	Há	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Trigo, cebada	Há	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Alfalfa	Há	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
Total	Há	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18
		1er campaña											
		2da campaña papa											

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la **necesidad de agua** de riego: se calculó a partir de la cedula de cultivos recomendados para la zona de estudio, con esos datos se calculó la evapotranspiración (potencial) de referencia del cultivo (ET_o), que es la proporción de agua consumido en un momento dado, expresado en mm/mes, en la tabla siguiente se muestran algunos datos de ET_o promedios para diferentes regiones agroclimáticas:

Tabla 27. ET_o promedio para diferentes regiones agroclimáticas en mm/día.

REGIONES	Temperatura promedio durante el día		
	Templada ~ 10°C	Moderada 20 °C	Caliente >30°C
Trópicos y subtropicos			
- húmedos y subhúmedos	2 - 3	3 - 5	5 - 7
- áridos y semiáridos	2 - 4	4 - 6	6 - 8
Regiones templadas			
- húmedos y subhúmedos	1 - 2	2 - 4	4 - 7
- áridos y semiáridos	1 - 3	4 - 7	6 - 9

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el **cálculo de la ET** de los cultivos, se empleó el programa CROPWAT, utilizando el método de la FAO Penman-Monteith. Con los datos obtenidos se estiman

las exigencias hídricas de los cultivos y el calendario de riego, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 28. Valores de variables climáticas generadas para 3100 msnm

Variables	Un	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
T. Mínima	°C	7.92	8.13	8.11	7.54	6.44	6.11	5.81	8.02	8.31	8.81	8.91	9.12
T. Máxima	°C	21.48	21.16	19.91	21.22	22.80	22.07	21.98	22.93	22.22	22.05	26.63	20.98
HR	%	75	81	85	81	76	71	71	70	74	78	78	80
V. viento	m/s	2.6	2.6	1.9	1.8	1.6	2.1	1.7	1.7	2.1	1.9	2.1	2.3
Horas sol (*)	día	4.93	4.22	4.00	4.70	6.50	6.70	7.24	6.81	6.19	4.89	4.89	3.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Cálculo de ETo mensual del área de demanda (mm/día)

País		Peru		Estación		Area Demanda	
Altitud	3100 m.	Latitud	10.40 °S	Longitud	77.40 °W		
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	7.9	21.9	76	2.4	4.9	17.7	3.63
Febrero	8.2	21.6	80	2.4	4.2	16.6	3.36
Marzo	8.0	20.5	83	1.6	4.0	15.7	2.99
Abril	7.6	21.5	80	1.7	4.7	15.5	2.99
Mayo	6.6	23.0	75	1.6	6.5	16.4	3.15
Junio	5.9	22.4	71	1.9	6.7	15.8	3.10
Julio	5.6	22.5	69	1.7	7.2	16.8	3.20
Agosto	7.3	23.3	67	1.6	6.8	17.8	3.51
Septiembre	7.8	22.7	71	2.0	6.2	18.4	3.73
Octubre	8.4	22.6	75	1.7	4.9	17.3	3.49
Noviembre	8.5	26.6	76	1.8	4.9	17.5	3.92
Diciembre	8.7	21.4	79	1.8	3.9	16.0	3.29
Promedio	7.5	22.5	75	1.9	5.4	16.8	3.36

Luego se calcula el **coeficiente de cultivo Kc** que expresa la capacidad que tiene la planta para sacar el agua del suelo en las diferentes etapas del período vegetativo, dependiendo de las características de cada especie. No se expresa en unidades. Se muestra en la tabla:

Tabla 30. Valores de Kc para los cultivos del proyecto.

Variables	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Papa		1.00	0.70	0.60	0.24	0.54	0.93	1.00	0.70	0.60	0.24	0.54	0.93
Maiz		0.82	1.00	0.91	0.70	0.24	0.54	0.93	1.00	0.70	0.60	0.30	0.52
Trigo, cebada		0.37	0.73	1.04	1.10	0.81	0.60	0.24	0.54	0.93	1.00	0.70	0.60
Alfalfa		0.35	0.90	0.80	0.35	0.90	0.80	0.35	0.90	0.80	0.35	0.90	0.80
Kc Pond.		0.70	0.82	0.80	0.55	0.59	0.74	0.70	0.78	0.73	0.50	0.59	0.73

Fuente: Elaboración propia

Se realiza los cálculos para obtener las áreas parciales de cultivo (A), Factor Kc ponderado (Kc pon.), Evapotranspiración de cultivo (real del cultivo o uso consuntivo) (UC), y la Precipitación efectiva (P. Efec.) según el método del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (USDA-SCS) la fórmula es:

$$Pe = \frac{P}{125} (125 - 0.2 * P), \text{ para } Pt < 250 \text{ mm}$$

$$Pe = 125 + 0.1P, \text{ para } Pt > 250 \text{ mm}$$

Tabla 31. Precipitación promedio mensual generada para el área del proyecto (mm)

Variables	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Prec.	mm/mes	136.9	134.9	156.3	109.4	33.1	14.4	8.1	14.3	35.2	100.4	91.0	137.0
P efectiva	mm/mes	106.9	105.8	117.2	90.3	31.3	14.0	8.0	14.0	33.2	84.3	77.7	107.0

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo se calcula:

Requerimiento de agua (Req): Req = UC - P.Efec ---- (mm), que es lua capa extra de agua que se debe aplicar al cultivo para cubrir sus necesidades.

Requerimiento volumétrico neto de agua (Req. Vol. Neto): Req. Vol. Neto = Req (mm) x 10 ---- (m3/ha/mes), es el volumen de agua que requiere una hectarea de cultivo.

Requerimiento volumétrico bruto del agua (Req. Vol. Bruto): Req. Vol. Bruto = Req. Vol. Neto / Ef. Riego Proy.

Número de horas de riego (N° horas riego) 24 horas

Módulo de riego (MR) ---(lt/s)

Caudal disponible a la demanda (Q dem): $Q\ dem = Area\ total \times MR$ ---(lt/s)

Eficiencia de riego del proyecto (Ef. Riego) = Ef. Riego conducción x Ef. Riego distribución x Ef. Riego aplicación.

El sistema de riego será por aspersión, por lo que se tomaron datos de las características de los aspersores a emplear, considerando lo siguiente:

Eficiencia de conducción 0.95

Eficiencia de distribución 0.95

Eficiencia de aplicación riego por aspersión promedio 0.75

Eficiencia riego total 0.6769.

En la siguiente tabla se visualiza la demanda hídrica del proyecto:

Tabla 32. Demanda hídrica del proyecto.

Variables	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
ETo	mm/mes	112.5	94.1	92.7	89.7	97.7	93.0	99.2	108.8	111.9	108.2	117.6	102.0
Kc Pond.		0.70	0.82	0.80	0.55	0.59	0.74	0.70	0.78	0.73	0.50	0.59	0.73
UC (ETc)	mm/mes	78.8	77.2	74.6	49.3	57.7	68.9	69.5	85.2	81.8	54.4	68.9	74.9
P efectiva	mm/mes	106.9	105.8	117.2	90.3	31.3	14.0	8.0	14.0	33.2	84.3	77.7	107.0
Requerimiento	mm/mes	-28.1	-28.6	-42.6	-41.0	26.4	54.8	61.5	71.2	48.6	-29.9	-8.8	-32.1
Req. Vol. Bruto	m ³ /ha/mes	-281	-286	-426	-410	264	548	615	712	486	-299	-88	-321
Ef. Riego		0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
N° horas riego	horas	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
MR	lt/s	-0.16	-0.17	-0.23	-0.23	0.15	0.31	0.34	0.39	0.28	-0.16	-0.05	-0.18
Area total	ha	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18	28.18
Q demanda	lt/s	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	8.80	9.56	11.07	7.81	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 32, deducimos que: La demanda hídrica máximo del proyecto es de 11.07 l/s, para un periodo de riego de 24 horas, recomendable para el cálculo del diseño hidráulico del proyecto.

Finalmente se realiza el balance hídrico, que es la igualdad de toda el agua que ingresa en un sistema y lo que sale del mismo, los resultados se muestran en la tabla 33:

Tabla 33. Balance hídrico del proyecto (l/s y m3)

Variables	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Q. Oferta P75%	l/s	499.0	532.4	671.5	383.4	118.8	62.1	42.1	34.4	30.0	155.1	288.2	503.8
Q. Ecológico	l/s	105.3	127.7	132.6	76.7	27.2	10.7	7.1	7.7	6.3	51.0	56.6	103.6
Q. Disponible	l/s	393.7	404.7	538.9	306.8	91.7	51.4	35.1	26.7	23.8	104.2	231.6	400.2
Q. Demanda	l/s	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	8.8	9.6	11.1	7.8	0.0	0.0	0.0
Balance (+)	l/s	-393.7	-404.7	-538.9	-306.8	-87.6	-42.6	-25.5	-15.7	-16.0	-104.2	-231.6	-400.2

Variables	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Q. Oferta P75%	m3	1336495	1288091	1798481	993858	318242	160857	112830	92090	77879	415528	746985	1349408
Q. Ecológico	m3	281925	309007	355188	198688	72756	27685	18889	20505	16223	136483	146723	277440
Q. Disponible	m3	1054570	979084	1443293	795170	245486	133172	93941	71585	61656	279046	600262	1071967
Q. Demanda	m3	0	0	0	0	10982	22822	25600	29640	20239	0	0	0
Balance (+)	m3	-1054570	-979084	-1443293	-795170	-234504	-110350	-68341	-41945	-41418	-279046	-600262	-1071967

Fuente: Elaboración propia

Demanda anual de 109282 m3.

Otro tema importante es la **Sedimentología**, es decir el transporte de sedimentos ya que es necesario determinar la cantidad de sólidos que se transportará desde otros puntos hacia el lugar donde se ejecutará la estructura. Se usa el modelo de estimación de sedimentos en suspensión desarrollado por **Fleming**, quien utilizó datos de más de 250 cuencas en diferentes países del mundo. Con base en estos antecedentes se determinaron las tasas anuales promedio de transporte de sedimentos, en base de la escorrentía medio anual y de los grados de cobertura vegetal.

La ecuación propuesta para esta estimación es: $Y=aQn$

Donde:

Y= masa de sólidos acarreados (Tn/km2/año)

Q = Caudal hídrico medio anual (m3/s)

a y n = son parámetros que dependen de la cobertura de la cuenca.

Fleming desarrolló los valores para a y n, en función de la cobertura vegetal. (Ver Anexo D20)

Existen muchas fórmulas para determinar el caudal medio anual en cuencas, estas fueron desarrolladas por Ayres, 1960. Aplicando las fórmulas empíricas obtenemos:

Laugheim y Schumm	
Precipitación (mm)	1159
Sedimento (Tn/km ²)	100
Sedimento (Tn)	1910
Fleming	
Caudal anual (m ³ /s)	0.3957
a	0.65
n	19.26
Y (Tn/Km/año)	10.5
Y (Tn)	201.4

Hallamos también las **máximas avenidas** que se suscitan en la cuenca, esto para realizar un adecuado dimensionamiento de la estructura de captación y encausamiento, para lo cual se aplican métodos estocásticos y determinísticos, se analizan los datos de precipitaciones de las estaciones Pomabamba, Yungay, Huaraz y Recuay, determinando los modelos probabilísticos de precipitación máxima, los cuales nos resulta los siguientes resultados:

Tabla 34: Resumen de las precipitaciones máximas de 24 horas para las estaciones del ámbito del proyecto.

Estación	Altitud (msnm)	Distribución	Periodo de retorno T (años)				
			10	25	50	75	100
Yungay	2527	Pearson III	35.6	42.2	46.7	49.3	51.0
Huaraz	3052	Log Pearson III	44.1	50.4	54.9	57.5	59.3
Recuay	3444	Log Pearson III	41.5	46.8	50.8	53.1	54.3
Pomabamba	3000	Normal	40.9	44.3	46.4	47.6	48.4

Tabla 35. Ecuaciones de regionalización de P24h

T (años)	Ecuaciones de regionalización
10	$y = 0.0069x + 19.827$
25	$y = 0.0057x + 28.858$
50	$y = 0.0051x + 34.409$
75	$y = 0.0049x + 37.246$
100	$y = 0.0044x + 40.115$

Luego se calcula el caudal máximo de diseño según el método racional, los resultados se visualizan en la siguiente tabla:

Tabla 36. Cálculo de caudal máximo de diseño método racional

Variables	Unidad	Camchas
A cuenca	Km ²	19.100
tc	hr	1.120
C		0.62
D	hr	1.120
T	años	25
K		1.00
I	mm/hr	18.3
Q	m ³ /s	30.15

Se recomienda diseñar la infraestructura de captación para un T= 25 años y un caudal de diseño de 30.15 m³/s

Respondiendo al **objetivo específico (c): Realizar el estudio geológico y geotécnico de la zona donde se ubicará la bocatoma**, dado que es de suma importancia conocer las propiedades fisico-mecánicas de los componentes del suelo donde se proyectará la estructura, con el fin de asegurar su estabilidad en el tiempo.

Se realizó un recorrido del área en estudio de donde se verificó que: en cuanto a la litología, se caracteriza por estar constituida por roca sedimentaria constituida por areniscas y cuarcitas de la formación Chicama, en la zona de rebose se pueden diferenciar capas de 15 a 20 cm con coloración blanquecina y buzamiento de alto

ángulo. El cauce en el sector de captación es estrecho, flanqueado por estribos rocosos de la formación Chicama, dando un encajonamiento, que favorece la captación de la quebrada.

Por tratarse de un material consolidado en el tiempo y bajo humedad, no se prevé asentamientos, que puedan hacer fallar las estructuras de concreto.

La exploración de campo se complementó con los resultados de las pruebas de laboratorio de la muestra de suelos tomadas a nivel de rasante, generalmente a 2.50 m de profundidad, lo que condujo a la definición óptima de la cimentación de la estructura.

Figura 05: Vista de la calicata.



Los ensayos de laboratorio realizados fueron:

Análisis granulométrico por tamizado	(ASTM D-422)
Límites de consistencia	(ASTM D-4318)
Contenido de humedad	(NTP-339.127)
Clasificación SUCS	(NTP-339.132)

El resumen de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio se menciona a continuación (Anexo D21).

Tabla 38. Análisis granulométrico

CALICATA	CLASIFICACIÓN SUCS	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C-1	GC Grava arcillosa con arena	57.83	20.03	22.14

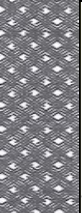

Fuente. Informe de laboratorio. 3R Geoingeniería S.A.

Tabla 39. Límites de Consistencia

CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
C-1	2.50	27.25	19.90	7.35

Fuente. Informe de laboratorio. 3R Geoingeniería S.A.C

Tabla 40: Resumen del perfil estratigráfico

ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD (m)	LONGITUD TRAMO (m)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	MUESTRAS	LIMITES DE ATTERBERG		% HUMEDAD NATURAL
							LL (%)	IP (%)	
	0.1	0.1			Cobertura vegetal.				
					Suelo de relleno superficial, con tierra de cultivo y presencia de raíces, material organico. Terreno no firme y debe retirarse.				
			Pt			S/M			
	0.8	0.8							
			GC		Clasificacion SUCS: Grava arcillosa con arena y finos de regular plasticidad. Color plomo oscuro. Humedad: Regular contenido de humedad. Matriz Granular: Regular contenido No se encontro nivel de napa freatica. Porcentaje de materiales: Grava: 57.83% Arena: 20.03% Finos: 22.14%	M-01	27.25	7.35	14.36
	1.7	2.5							

Fuente. Informe de laboratorio. 3R Geingeniería S.A.C

Se realizo el cálculo de la capacidad portante última del suelo (q_u); para lo cual utilizamos las características del suelo y los datos de campo y laboratorio, para esto utilizamos la teoría de Terzaghi:

$$q_u = c N_c + \gamma D_f N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

- γ Peso unitario del suelo
- D_f Profundidad de desplante de la estructura
- B Ancho de la zapata de cimentación
- C cohesión del suelo
- N'_c Factor de capacidad de carga por cohesión
- N'_q Factor de capacidad de carga por sobrecarga

N'γ Factor de capacidad de carga por peso del suelo

El valor de los distintos factores de Capacidad de Carga, se toman de acuerdo al ángulo de fricción interna como se muestra en la tabla 41.

Tabla 41. Cálculo de capacidad de carga última del suelo

CALICATA	Prof. (m)	Ancho B(m)	Cohesion Aparente (Tn/m ²)	Peso Unitario del suelo (Tn/m ³)	Angulo de fricción interna (°)	Qu Tn/m ²	F.S	Qa Tn/m ²	Qa Kg/cm ²
C-1	2.00	1.50	0.65	1.793	21	43.59	3.00	14.53	1.45

Fuente. Informe de laboratorio. 3R Geingeniería S.A.C

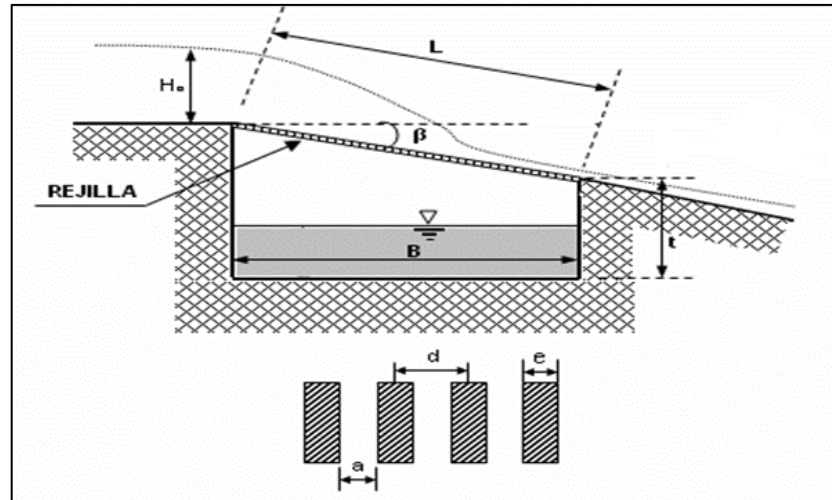
Respondiendo al **objetivo específico d) Definir el tipo de estructura de captación según indicadores analizados**; para la selección del tipo de bocatoma, se tuvo en cuenta las características del área donde se proyecta la construcción, lo cual se obtuvo de las visitas realizadas en campo, donde se observó que: la pendiente del río es mayor o igual a 10%, en la tabla continua, se observa las condiciones favorables y desfavorables según la pendiente del río (según PROAGRO, Bolivia).

Tabla 37: Funcionamiento de las tomas tirolesas según la pendiente del río.

Pendiente del río	Funcionamiento de la Toma Tirolesa
Pendiente muy grande (S > 10%) a grande (10 % > 1 > 1%)	Muy favorable. Funcionamiento adecuado con muy poco mantenimiento.
Pendiente media (1 % > S > 0.01%)	Desfavorable. La carga de arrastre cae en el canal colector y puede causar grandes depósitos aluviales y funcionamiento dificultoso de las instalaciones de limpieza.
Pendiente baja (0.01 % > S > 0.001%)	Desfavorable bajo toda circunstancia.

No existe arrastre de grandes cantidades de sedimentos finos por el contrario existe arrastre de piedras de manera moderada, y el agua es regularmente limpia en época de sequía. Teniendo en cuenta la información bibliográfica y las características in situ, para estos parámetros es recomendable realizar la construcción de una toma del tipo Tirolesa.

Figura 04: Componentes de una Bocatoma tipo tirolesa



Finalmente **se realizó el diseño hidráulico y estructural** utilizando una hoja de cálculo Excel, previamente elaborado para este fin, donde se procedió a calcular el coeficiente de Manning, cálculo del ancho estable del río, cálculo del tirante de agua, diseño de la obra de toma tipo Tirolesa, cálculo de la socavación del río, con un procedimiento que se muestra a continuación.

Se realizó el cálculo del **coeficiente de Manning "n"** para el río, utilizando la ecuación de rugosidad compuesta, según la fórmula:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) n_5$$

Donde los valores de los coeficientes "n" se determina del Anexo D22, de donde se obtiene los siguientes resultados:

n0= 0.025 n1= 0.010 n2= 0.005

n3= 0.010

n4= 0.030

n5= 1.000

Luego, aplicando la fórmula de Crowan obtenemos el coeficiente de Manning:

n= 0.080

Se realiza el cálculo del **ancho estable del río**, con la fórmula de Altunin (Anexo D23), donde se utiliza la siguiente fórmula:

$$B = a * \frac{Q_{\max}^{0.5}}{S^{1/2}}$$

Donde se obtiene B=7.47 m.; en campo se verifico un ancho real de 7.50 m. en el punto de la bocatoma, por lo que se tomara el valor de B=7.50 mt.

Para realizar el **cálculo del tirante de agua**, se tiene los siguientes datos:

DATOS:	<i>Q</i> 25años	30.15 m ³ /s (Estudio Hidrologico de bocatoma)		
	% <i>S</i> río	0.135 (dato de la topografía)		
	<i>n</i>	0.08 (cause del río)		
	Ancho de Río (<i>B</i>)	7.50 m		

Con el coeficiente de Manning hallado anteriormente, se determina el coeficiente de tirante de agua con la ecuación:

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

Donde:

Q: Caudal de ingreso por la rejilla.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

R: Radio Hidraulico

A: Area de la seccion del canal

S: Pendiente del canal

A = B*Y = 14.499

Reemplazando valores en la ecuación, obtenemos que el tirante Y= 1.017 m.

Para determinar la altura de muros tenemos: Hm=Y*1.3

Reemplazando obtenemos el valor de $H_m = 1.322$ m., lo cual se redondea $H_m = 1.40$ m.

Para el cálculo de la **profundidad de socavación general del río**, usamos las fórmulas de Lischtvan-Levedlev (Maza 1967):

Para suelo granulares:

$$d_s = \left[\frac{(\alpha \times d_0^{3/2})}{0.68 \times D_m^{0.28} \times \beta} \right]^X$$

$$\alpha = \frac{Qd}{d_m^{5/3} B_e \mu}$$

$$d_m = \frac{A}{Be}$$

Donde:

- Qd: Caudal máximo o caudal de diseño
- ds: Socavación general (profundidad después de producirse la socavación)
- Dm: Diámetro medio de partículas
- dm: Tirante medio de la sección
- do: Tirante del agua en el río para la sección transversal en estudio
- Be: Ancho efectivo de la sección
- μ : Coeficiente de contracción
- B: Coeficiente que toma en cuenta el periodo de retorno con que se presenta el gasto del diseño
- X: Exponente que depende de Dm.

Realizando operaciones obtenemos:

$$\text{Ancho efectivo (Be)} = 7.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Tirante (Y0)} = 1.02 \text{ m}$$

$$A = 7.63 \text{ m}^2$$

$$V = Q/A = 3.95 \text{ m/s}$$

$$Qd = 30.150 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Dm = 11.13 \text{ mm}$$

$$d_o = 0.71 \text{ m}$$

$$d_m = 1.02 \text{ m}$$

$$\beta_e = 8.00 \text{ m}$$

$$\mu = 0.85$$

$$\beta = 0.97 \text{ (Para un periodo de retorno de 50 años)}$$

X = 0.33
 $\alpha = 4.311$
 ds = 1.30 m (Socavación general)

La profundidad de socavación será: $P_s = d_s - Y_o$; $P_s = 0.283\text{m.}$, por redondeo tenemos $P_s = 0.60\text{m.}$

Posteriormente realizamos el **diseño de la bocatoma Tirolesa**, para lo cual tenemos los siguientes datos:

DATOS				
CAUDAL MINIMO			Q [m ³ /s]	0.030
TIRANTE DE ESTIAJE			Ho [m]	= 0.016
ANCHO DEL RIO			[m]	= 7.50
CAUDAL DE DISEÑO			Q [m ³ /s]	= 0.01107

Se realizó el cálculo de las **dimensiones de la rejilla de captación**, utilizando la

formula siguiente: $Q = C \times \mu \times b \times L \times \sqrt{2 \times g \times H}$ **Ec. 01**

Donde:

C = Coeficiente que depende de la relación de espaciamento entre barras y el ángulo β de la rejilla

μ = Coeficiente de derrame de la rejilla

b = Ancho del vertedero [m]

L = Longitud de la rejilla [m]

h = Altura inicial de agua sobre la rejilla [m]

$$C = 0.6 * \frac{a}{d} * \text{Cos}^{\frac{3}{2}}(\beta) \quad \dots\dots\dots \text{Ec.}(2)$$

$$h = K * h_{max.} = \frac{2}{3} * K * H_0 \quad \dots\dots\dots \text{Ec.}(3)$$

El factor reductor K depende de la pendiente, condiciones geométricas, rejilla, para la cual tenemos una ecuación de distribución de la presión hidrostática.

$$2 * \text{Cos} \beta * K^3 - 3 * K^2 + 1 = 0 \quad \dots\dots\dots \text{Ec.}(4)$$

Tendremos la **carga de agua sobre el vertedero**, con la formula:

$$Ho = \left(\frac{Q}{C \times b} \right)^{2/3}$$

b=6.05 Ancho del vertedor

C=2.40 Cresta tipo creager

Ho=0.016

Para realizar reemplazo de datos en las ecuaciones, debemos tomar en cuenta que el ángulo de inclinación (β) recomendado de la rejilla esta entre 5° a 35° , para este diseño el ángulo de inclinación de la rejilla es:

β (grados) = 20 (Ver Anexo D24), por lo tanto, tenemos: $K = 0.837$

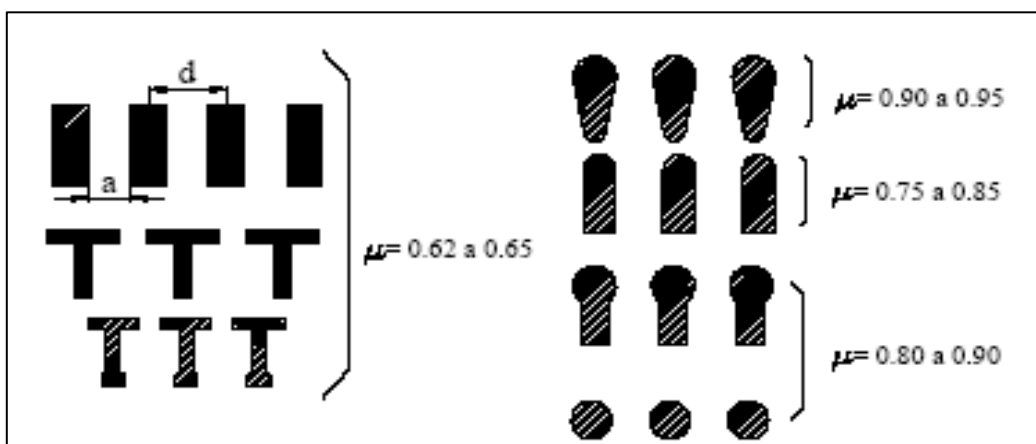
Reemplazando valores de β y K , en las ecuaciones (2) y (3), obtenemos:

$$C = 0.336$$

$$h(m) = 0.009$$

El coeficiente μ , depende de la geometría de las barras de la rejilla y del tirante. Para rejillas con una configuración rectangular, las investigaciones de Nosedá arrojó los siguientes valores:

Figura 06. Valores del coeficiente de contracción de la rejilla.

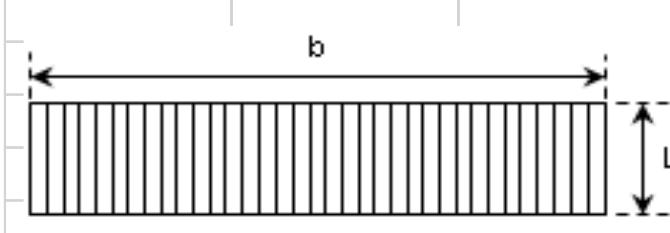


Tomamos $\mu = 0.65$ ===== Barras rectangulares.

Reemplazando valores de Q , C , μ y h , en la ecuación: Ec.(1), se tiene: $b \times L = 0.120$

Buscamos valores de b y L:

	b (m)	L (m)
1	0.5	0.240
2	0.6	0.200
3	0.8	0.150
4	0.9	0.134
5	1	0.120
6	1.1	0.119



Seguidamente, se estudian las alternativas con la finalidad de saber cuál de ellas son adecuadas para las condiciones del terreno.

Se eligió b=0.8. Dadas las condiciones que ofrece el ancho de rejilla.

Ancho de rejilla (m) = 0.15

El **número de Barras en la toma** de agua es igual a: $n = \frac{b}{d}$ Ec. (5)

Donde:

n = número de espacios entre los barrotes

a = espaciamiento entre ellos

b = ancho de la toma de agua

n (esp.) = 24.62, por redondeo n(esp.) = 25

Lo cual indica que el número de barras "N", incluido los soportes es de: N=25.62 barras, por redondeo N=26 Barras.

Por lo tanto, las dimensiones principales de la rejilla serán: $b' = b + N * e$

$$b' \text{ (m)} = 0.83$$

$$L \text{ (m)} = 0.150$$

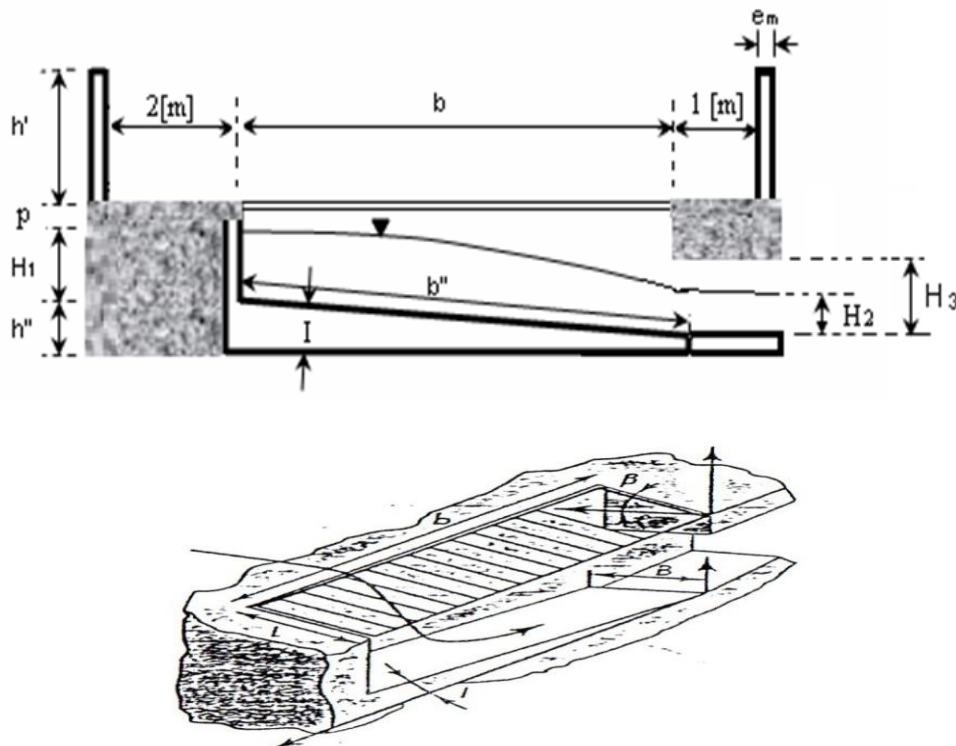
Durante la operación del curso de agua puede ocurrir un fenómeno por acumulación de obstrucciones por piedras, hojas, ramas, la rejilla ya no asegura la evacuación mínima necesaria del caudal mínimo hacia el canal colector.

Por lo tanto, la longitud de la rejilla L debe incrementarse por un 20%

Longitud de construcción de la Rejilla: $L_c = 1.2 \times L$ Ec. (6)

$$L_c \text{ (m)} = 0.18$$

El canal colector tiene las siguientes medidas, indicadas en la siguiente figura:



Se realiza el diseño del canal colector:

se calcula el ancho del Canal Colector:

$$B = L_c * \cos \beta \dots\dots\dots \text{Ec. (7)}$$

$$B \text{ (m)} = 0.17$$

$$\text{Tomamos } B \text{ (m)} = 0.18$$

La sección del Canal colector es más o menos cuadrada, entonces:

$$\boxed{t \cong B} \dots\dots\dots \text{Ec. (8)}$$

Donde:

t = Profundidad del canal colector

Entonces las dimensiones del Canal Colector

$$t \text{ (m)} = 0.18$$

$$B \text{ (m)} = 0.18$$

La pendiente "I_{min}", recomendada para el canal colector de la toma es de 2.29° grados para remover sólidos en suspensión que pasan a través de la rejilla

$$I_{MIN} \text{ (\%)} = 4.00$$

$$I_{MIN} \text{ (m/m)} = 0.04$$

$$I_{MIN} \text{ (}^\circ\text{)} = 2.291$$

Se tomo este valor I_{MIN} (°) = 2.29

Cuando se conocen los parámetros: caudal de diseño, talud del canal colector que suele ser rectangular y de valor igual a "0", ancho del canal, pendiente y longitud del canal. El tamaño del canal colector se determinará para condiciones de flujo crítico.

Para encontrar las dimensiones del canal colector, obtenemos la profundidad (Y_c) y velocidad crítica (V_c) del canal, las cuales se derivan de la siguiente expresión:

$$Y_c = \left[\frac{Q^2}{g \cdot B^2} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots \text{Ec. (9)}$$

Donde:

Q = Caudal de Avenida

B = Ancho del canal colector

g = Aceleración de la gravedad

Obtenemos: Y_c (m) = 0.073

La velocidad crítica es igual: $V_c = (g \cdot Y_c)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots \text{Ec. (10)}$

V_c (m/s) = 0.84

La altura del agua al final del canal equivale a: $H_2 = 1.1 \cdot Y_c \dots\dots \text{Ec. (11)}$

H_2 (m) = 0.080

Se eligió un rango de seguridad igual a: $p = 0.5 \cdot H_2 \dots\dots\dots \text{Ec. (12)}$

Donde:

$p \geq 0,20$ [m]

p (m) = 0.040

TOMAR p (m) = 0.20

El ancho del muro de contención es: e_{muro} (m) = 0.30

La longitud del canal colector es:

$$b'' = \frac{b + e_{muro}}{\cos(I_{\min})} \dots\dots\dots \text{Ec. (13)}$$

b'' (m) = 1.1

La altura correspondiente a la pendiente del canal es:

$$h'' = b'' * \text{sen}(I_{min}) \dots\dots\dots \text{Ec. (14)}$$

$$h'' \text{ (m)} = 0.045$$

La altura inicial del agua en el canal es:

$$H_1 = \sqrt{2 * \frac{Y_c^3}{H_2} + \left(H_2 - \frac{b'' * I_{min}}{3}\right)^2 - \frac{b'' * I_{min}}{3}} \dots\dots\dots \text{Ec (15)}$$

$$H_1 \text{ (m)} = 0.103$$

La profundidad del Canal Colector (t) es: $t = P + H_1 + h'' \dots\dots\dots \text{Ec. (16)}$

$$t \text{ (m)} = 0.35$$

La altura de salida del desarenador es (H3): $H_3 = P + H_2 \dots\dots\dots \text{Ec. (17)}$

$$H_3 \text{ (m)} = 0.1$$

La velocidad del agua al final del canal colector es igual a:

$$V_1 = \left\langle \frac{Q}{A} \right\rangle = \left[\frac{Q}{(H_2 * B)} \right] \dots\dots\dots \text{Ec. (18)}$$

$$V_f \text{ (m/s)} = 0.77$$

Esta velocidad (Vf) debe ser menor que la velocidad critica, es decir:

$$V_f < V_c \dots\dots\dots \text{Ec. (19)}$$

$$V_f < V_c$$

$$0.77 < \text{ok!} \quad 0.84$$

Se realiza el cálculo del diámetro de las partículas que se retienen en el canal colector:

$$I = S = 0.20 * \frac{d^{\frac{9}{7}}}{q^{\frac{7}{6}}} \dots\dots\dots \text{Ec. (20)}$$

Donde: $q = V * t = \frac{Q}{A} * t \dots\dots\dots$ Ec. (21)

Reemplazando la Ec. (21) en Ec. (20)

$$I = S = 0.20 * \frac{d^{\frac{9}{7}}}{\left(\frac{Q}{A} * t\right)^{\frac{6}{7}}} = 0.20 * \frac{d^{\frac{9}{7}}}{\left(\frac{Q}{(B*t)} * t\right)^{\frac{6}{7}}} \dots\dots\dots$$
 Ec. (22)

Donde:

IMIN (m/m) = 0.04

B (m) = 0.18

t (m) = 0.3

Q [m³/s] = 0.01107

d (m) = 0.045

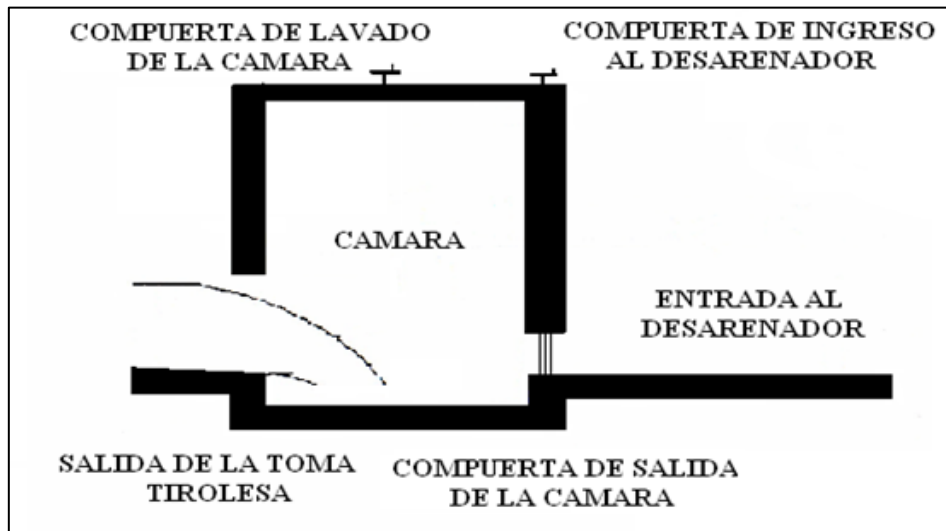
Entonces el diámetro mínimo de las partículas que retiene el canal colector es de:

d (m) = 0.045

Esto significa que en el Canal Colector no se retendrá ningún tamaño de partículas por el espacio entre las barras.

Cálculo de la cámara a la salida de la toma tirolesa

Figura 7. esquema de la cámara de salida de la toma tirolesa.

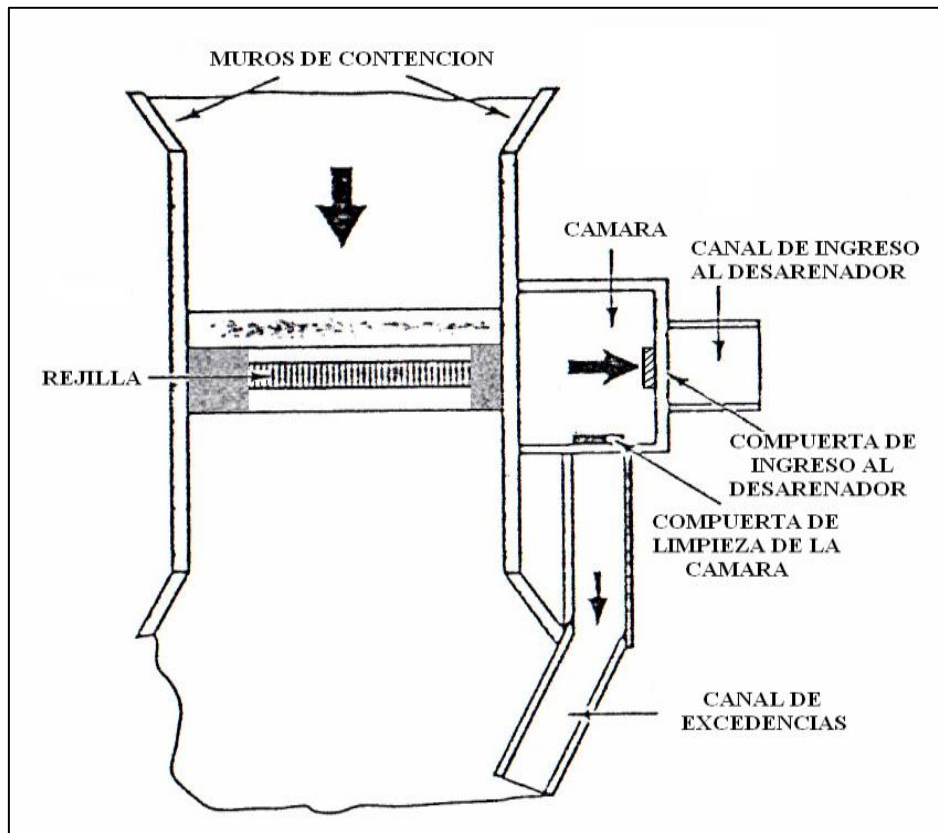


Las dimensiones de la cámara serán las siguientes:

Base Interior de la cámara:	$B (m) = 1.00$
Altura Interior de la cámara:	$H (m) = 0.60$
Longitud Interior de la cámara:	$L (m) = 1.50$
Sec. de la compuerta de ingreso al desarenador:	Sec. (m) = $0,70 \times 0,50$
Sección de la compuerta de lavado de la cámara:	Sec. (m) = $0,85 \times 0,50$
Espesor del muro de la cámara:	em (m) = 0.15
Altura de salida de la toma tirolesa:	$H3 (m) = 0.10$

Con base en las características del lugar se pudo conocer que la huella dejada por el mayor creciente (según los pobladores de la región), corresponde a una altura de: $H (m) = 1.00$, sobre el lecho del afluente. Este hecho indica que se requiere la construcción de muros de contención para poder encauzar el río como se muestra en la figura siguiente:

Figura 8. Vista superior de la toma



Para el encauzamiento del río en el lugar de la toma se construirá muros de contención de altura igual a: $h' \text{ (m)} = 1.40$

Se realiza los **cálculos para el Diseño geométrico del perfil creager**

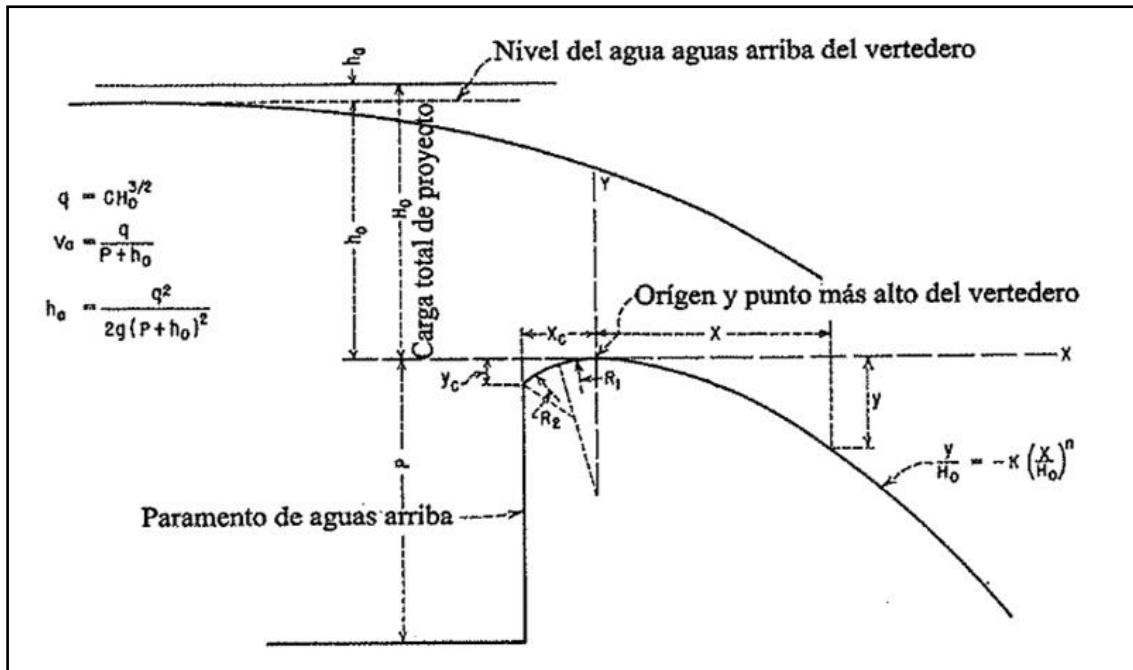
El diseño geométrico final se tomó con un perfil hidrodinámico. Para el diseño del barraje utilizamos las coordenadas Creager que se basan en la siguiente ecuación:

$$y / H_0 = - k (x / H_0) ^ n$$

Donde:

H₀: Carga Hidráulica por encima de la cresta.

Figura 9. Esquema de perfil creager.



Para tomar en cuenta: los valores de k y n , se tomaron de la figura N° 187 del libro Bureau of reclamation, para pendientes verticales aguas arriba, cuyos valores son:

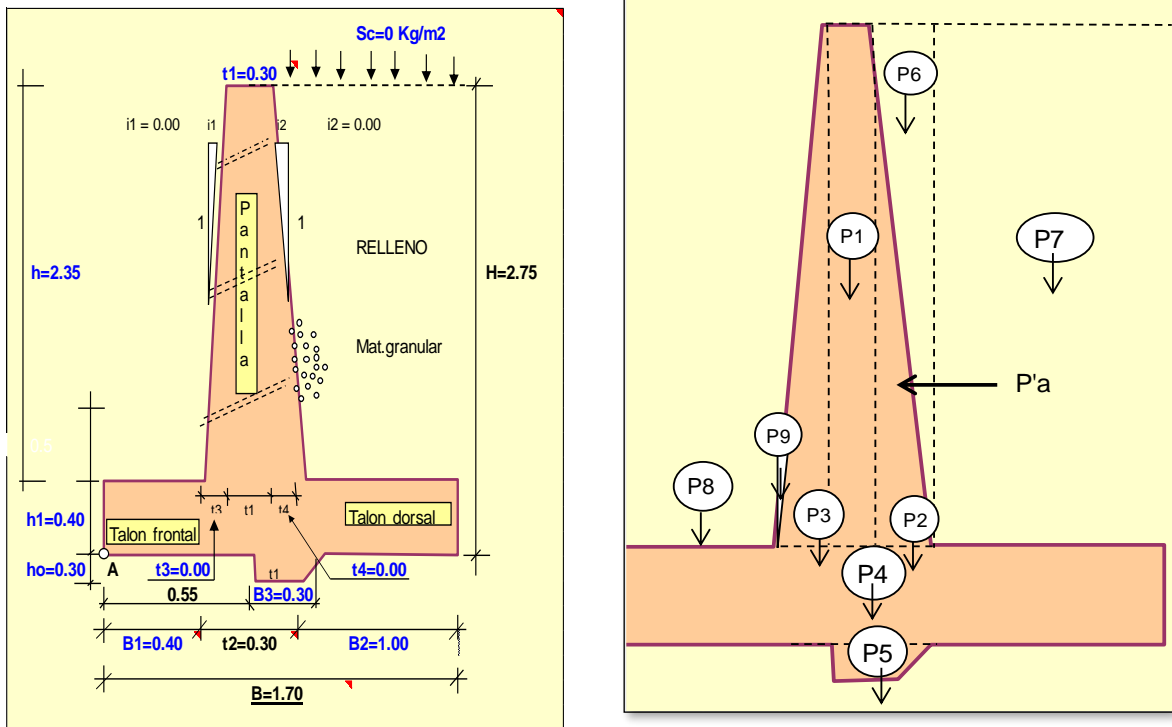
$K = 0.47$, $n = 1.84$.

Se realiza los **cálculos para el Diseño de muro de concreto armado**

Se tiene los siguientes datos

Peso específico del relleno	γ_s	1800.00	Kg/m ³
Peso específico del concreto	γ_c	2400.00	Kg/m ³
Calidad diseño de concreto	f'_c	210.00	Kg/cm ²
Ang.fricc.Intern. suelo a contener	ϕ	21.00	°
Capacidad portante del terreno	σ_t	1.45	Kg/cm ²
Coef. de fricción concreto-terreno	f_2	0.550	
Espesor de recubrimiento del acero	r	0.05	m
Esfuerzo de fluencia del acero	f_y	4200.00	Kg/cm ²

Figura 10. Predimensionamiento y esquematización de las cargas en el muro



Cálculo de los coeficientes de presión activa y pasiva

Para un relleno con superficie superior horizontal, se tiene:

$$K_a = (1 - \text{SEN}\varnothing) / (1 + \text{SEN}\varnothing) = 0.47$$

$$K_p = (1 + \text{SEN}\varnothing) / (1 - \text{SEN}\varnothing) = 2.12$$

Cálculo del momento de vuelco debido a la presión activa pa

Se calcula la altura equivalente de la sobrecarga hs

$$h_s = S_c / \gamma_s = 0.00 \text{ m}$$

Pi	Pa (Tn)	Xi (m)	Mv (Tn-m)
Empuje activo	$1/2 * K_a * \gamma_s * H^2$	3.20	0.92
Sobrecarga	$K_a * \gamma_s * h_s * H$	0.00	1.38
TOTAL	3.199 Tn		2.943 Tn-m

Cálculo del momento de volteo M_v con respecto al punto "A" debido al suelo

Pi	Pi (Tn)	Xi (m)	Mr (Tn-m)
P1	$t_1 \cdot h \cdot \gamma_c^0$	1.692	0.931
P2	$1/2 \cdot (t_4 \cdot h) \cdot \gamma_c^0$	0.000	0.000
P3	$1/2 \cdot (t_3 \cdot h) \cdot \gamma_c^0$	0.000	0.000
P4	$B \cdot h_1 \cdot \gamma_c^0$	1.632	1.387
P5	$1/2 \cdot (t_1 + B_3) \cdot h_0 \cdot \gamma_c^0$	0.216	0.151
P6	$1/2 \cdot (t_4 \cdot h) \cdot \gamma_s$	0.000	0.000
P7	$B_2 \cdot h \cdot \gamma_s$	4.230	5.076
P8	$h \cdot r \cdot B_1 \cdot \gamma_s$	0.360	0.072
P9	$t_3 \cdot h \cdot r^2 \cdot \gamma_s / (2 \cdot h)$	0.000	0.000
Sc	$B_2 \cdot h_s \cdot \gamma_s$	0.000	0.000
TOTAL		8.130 Tn	7.617

Cálculo del punto de aplicación de la fuerza actuante

$X = (M_r - M_v) / P$	0.57 m				
Excentricidad					
$e = B/2 - X =$	0.28 m,	como $e < B/6$,	entonces	OK	
$q_{max} = P(1 + 6e/B) / B =$	0.94 kg/cm ²	$< Cps$	$= 1.45$	OK	
$q_{min} = P(1 - 6e/B) / B =$	0.01 kg/cm ²	$< Cps$	$= 1.45$	OK	
Luego, $q = (q_{min} - q_{max}) / B \cdot X + q_{max}$					
Para $X = B_1$,	$q_1 = 7,240.57$ kg/m ²				
Para $X = B_1 + t_2$,	$q_2 = 5,601.76$ kg/m ²				

Cálculo del acero en el muro

Primero se calcula la presión activa que hace fallar a la pantalla

Pi	Pa (Tn)	Yi (m)	M (Tn-m)
Empuje activo	$1/2 \cdot K_a \cdot \gamma_s \cdot h^2$	2.34	h/3 0.78 1.830
Sobrecarga	$K_a \cdot \gamma_s \cdot h_s \cdot h$	0.00	h/2 1.18 0.000
TOTAL	2.336 Tn		1.830 Tn-m

El peralte es igual a: $r = 25.00$ cm

La cuantía del acero obtenemos: $p = 0.13\%$

El área de acero vertical es $A_s = 4.50 \text{ cm}^2$

El área de acero horizontales $A_{s \text{ min}} = 7.50 \text{ cm}^2$

El espaciamiento es: $S \leq 45 \text{ cm}$.

Resumen de resultado de estabilidad

Soporte del suelo			OK	OK
Exentricidad de la resultante			OK	
Estabilidad al volteo			OK	
Estabilidad al deslizamiento			OK	
Fuerzas cortantes				
Base del muro	OK		En talón frontal	OK
En talón dorsal	OK		Diente	OK

Distribución del acero en el muro

Distribución del acero vertical				
Usar \emptyset 3/8"	@	15.5 cm	$S_{\text{max}} / 2 = 23\text{cm}$	OK
Como el ancho de la corona > 25 cm, colocar acero en las dos caras				
Distribución del acero horizontal inferior				
El exterior con las 2/3 partes				
Usar \emptyset 3/8	@	14.0 cm	$S_{\text{max}} = 45\text{cm}$	OK
El interior con 1/3				
Usar \emptyset 3/8	@	28.0 cm	$S_{\text{max}} = 45\text{cm}$	OK

Distribución del acero horizontal superior				
El exterior con las 2/3 partes				
Usar \emptyset 3/8	@	14.0 cm	$S_{\text{max}} = 45\text{cm}$	OK
El interior con 1/3				
Usar \emptyset 3/8	@	28.0 cm	$S_{\text{max}} = 45\text{cm}$	OK

La longitud de anclaje para el acero vertical será: $L=37 \text{ cm}$

Corte de la mitad del acero vertical

Momento resistente en base y corona para el acero elegido a doble espaciamiento, es de			
$\emptyset 0'' @ 31\text{cm}$	Luego $A_s =$	2.29 cm ²	$S_{\text{max}} = 45\text{cm}$ OK
$a = A_s \cdot f_y / (0.85 \cdot f'_c \cdot 100) =$		0.54 cm	
En la corona	$M_1 = \emptyset \cdot A_s \cdot f_y \cdot (t_1 - r - a/2) =$	2.14 Tn-m	
En la base	$M_2 = \emptyset \cdot A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) =$	2.16 Tn-m	
Hallando la intersección de la ecuación cúbica del DMF y la recta formada			
por M_1 y M_2 , se determina el punto de intersección para $h_i =$			-0.61 m
El corte de la mitad del refuerzo vertical se efectuará en $h_i + d =$			-0.36 m

Cálculo de acero en la zapata

Talón dorsal:

$W_u = 1.4 \cdot (\gamma_s \cdot h + h_1 + C156 + h_1 \cdot \gamma_c^0) + 1.7 \cdot S_c =$	7266	Kg/m				
$M_u = W_u \cdot B^2 / 2 - 1.7 \cdot (q_2 \cdot B^2 / 6 + q_{\text{min}} \cdot B^2 / 3) =$	1967	Kg-m				
Cálculo de la cuantía del acero mediante el parámetro R_u :						
$R_u = M_u / (b \cdot d^2)$, para $b=1$ m,	$R_u =$	1.61	Kg/cm ²			
Por otro lado, $R_u = 0.9 \cdot p \cdot F_y \cdot (1 - 0.59 \cdot p \cdot F_y / f'_c)$						
Resolviendo la ecuación cuadrática, $p =$ 0.04 %						
$A_s = p \cdot d \cdot b$, $b=100$,	$A_s =$	1.5	cm ²			
$A_{s \text{ mín}} = 0.0020b \cdot h_1 =$		8.0	cm ²			
Luego, $A_s =$		8.0	cm ²			
Distribución del acero vertical:	Usar \emptyset	3/8"	@	8.5 cm	$S_{\text{max}} = 45\text{cm}$	OK
Verificando la fuerza cortante						
$V_u = W_u \cdot B^2 - 1.7 \cdot (q_2 + q_{\text{min}}) \cdot B^2 / 2 =$	2386	Kg				
$\emptyset V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot f'_c \cdot 0.5 \cdot b \cdot d =$	22849	Kg				
Como $V_u < \emptyset V_c$,	OK					

Talón frontal

$M_u = 1.7 \cdot (q_{\text{max}} \cdot B^2 / 3 + q_1 \cdot B^2 / 6) =$	1183	Kg-m				
Cálculo de la cuantía del acero mediante el parámetro R_u :						
$R_u = M_u / (b \cdot d^2)$, para $b=1$ m,		0.97	Kg/cm ²			
Por otro lado, $R_u = 0.9 \cdot p \cdot F_y \cdot (1 - 0.59 \cdot p \cdot F_y / f'_c)$						
Resolviendo la ecuación cuadrática, $p =$ 0.03 %						
$A_s = p \cdot d \cdot b$, $b=100$,	$A_s =$	0.9	cm ²			
$A_{s \text{ mín}} = 0.0020b \cdot h_1 =$		8.0	cm ²			
Luego, $A_s =$		8.0	cm ²			
Distribución del acero vertical:	Usar \emptyset	3/8"	@	8.5 cm	$S_{\text{max}} = 45\text{cm}$	OK
Verificando la fuerza cortante						
$V_u = 1.7 \cdot B / 2 \cdot (q_{\text{max}} + q_1) =$	5667	Kg				
$\emptyset V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot f'_c \cdot 0.5 \cdot b \cdot d =$	22849	Kg				
Como $V_u < \emptyset V_c$,	OK					

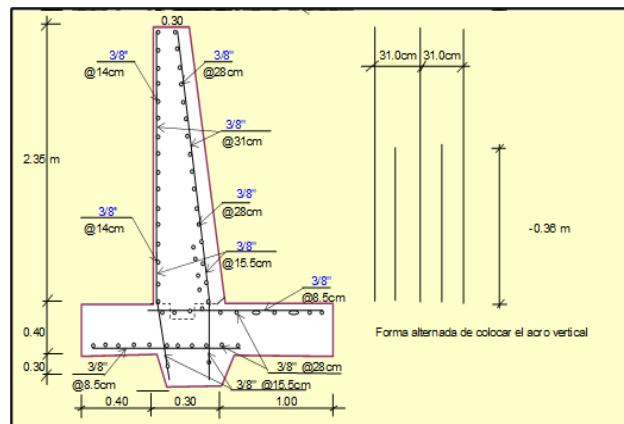
Diente contra el deslizamiento

Empuje pasivo $P_p =$	$K_p \cdot \gamma_s \cdot (h_1 + h_r) h_o + K_p \cdot \gamma_s \cdot h_o^2 / 2$	1.37 Tn	
Brazo del momento $Y =$	$(3 \cdot (h_1 + h_r) + 2 \cdot h_o) \cdot h_o / (6 \cdot (h_1 + h_r) + 3 \cdot h_o) =$		0.16
$M_n =$	$P_p \cdot Y =$	0.22 Tn-m	
$M_u = 1.4 \cdot M_n =$		0.3	
Peralte			
$d = B_3 - r =$	25 cm		

Calculo de la cuantía del acero mediante el parámetro R_u :			
$R_u = M_u / (b \cdot d^2)$, para $b=1$ m,	$R_u =$	0	Kg/cm ²
Por otro lado, $R_u = 0.9 \cdot p \cdot F_y \cdot (1 - 0.59 \cdot p \cdot F_y / f'_c)$			
Resolviendo la ecuación cuadrática, $p =$	0.00 %		
Area de acero vertical			
$A_s = p \cdot d \cdot b$, $b=100$,	$A_s =$	0.00	cm ²
$A_s \text{ mín} = 0.0015b \cdot B_3 =$		4.50	cm ²
Luego resulta $A_s =$	4.50	cm ²	
Distribución del acero vertical:	Usar \emptyset 3/8"	@ 15.5 cm	$S_{max} = 45\text{cm}$ OK

DIMENSIONAMIENTO DEL ACERO

	\emptyset	@	S_{max}
Acero vertical en muro	3/8"	15.5 cm	23cm OK
Acero horizontal parte baja del muro			
Exterior	3/8"	14.0 cm	45cm OK
Interior	3/8"	28.0 cm	45cm OK
Acero horizontal parte alta del muro			
Exterior	3/8"	14.0 cm	45cm OK
Interior	3/8"	28.0 cm	45cm OK
Acero en talón dorsal	3/8"	8.5 cm	45cm OK
Acero en talón frontal	3/8"	8.5 cm	45cm OK
Cortar la mitad del acero vertical a	CALCULAR		-0.36 m



V. DISCUSIÓN

- En el estudio topográfico se obtuvo principalmente la pendiente del cauce del río que es igual a 13%, cabe mencionar que la pendiente del cauce del río cambia durante su curso, por lo que se vio necesario uniformizar la pendiente en el lugar donde se ubica la estructura, además se obtuvo la cota de captación que según Jauregui Jauregui (2019) debe estar alta con relación al punto de entrega para asegurar el flujo por gravedad, lo cual si cumple en el presente trabajo de investigación.
- En cuanto al cálculo de los caudales de oferta y demanda, se realizó el método de regionalización y modelo matemático de Lutz Scholz, además cumplen con la relación de que el caudal de oferta debe ser mayor al caudal de demanda por lo que es viable realizar el diseño hidráulico de la bocatoma; existe similitud con el trabajo realizado por Contreras Cusi, Leonid y Villegas Macedo, Alejandro (2019) donde se halla la demanda de agua con el modelo matemático de Lutz Scholz.
- En el estudio geológico y geotécnico se determino las propiedades físico-mecánicas del suelo mediante pruebas de laboratorio que se realizo a la muestra obtenida de la calicata, los valores obtenidos son: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Contenido de humedad, Clasificación SUCS; parámetros que de igual manera es mencionado por Jauregui Jauregui (2019).
- Para elegir la ubicación de la bocatoma, se tuvo en cuenta los parámetros obtenidos en el estudio topográfico como las cotas, pendientes, forma del cauce, ya que se tuvo que asegurar que el agua llegue por gravedad a las áreas de cultivo y que el cauce no presente curvaturas, ya que a mayores curvaturas hay mayor socavación y sedimentación de la estructura y esto a la larga podría afectar su buen funcionamiento.

- El diseño hidráulico de la bocatoma se realizó considerando condiciones extremas a las que va a estar expuesta, como en la estación seca y máximas avenidas, por lo tanto, los resultados conseguidos, cooperan para alcanzar su finalidad.
- Para la selección del tipo de bocatoma se consideraron los caudales máximos y mínimos del río, así como el material que existe en el cauce, por lo que se vio por conveniente realizar la bocatoma tipo Tirolesa por ser la más adecuada por el tamaño de los sedimentos transportados, garantizando la vida útil de la estructura.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Del diseño hidráulico, se puede asumir que la bocatoma tipo Tirolesa podrá captar 11.07 l/s en el mes más crítico (estiaje), así como en épocas de avenidas, por lo que incrementará la productividad agrícola en los sectores de Jambón-Chacas.
- 6.2. Del estudio topográfico se tiene las cotas de inicio, que es igual a 3249.55 m.sn.n.m. Se determinó que el sistema de riego tendrá una longitud de 972.00 m . y se irrigará 11 parcelas que hacen un total de 28.18 has.
- 6.3. Los resultados obtenidos en el estudio hidrológico son: el Q de demanda, Q de oferta, QMáximo, QMínimo, la demanda hídrica máxima igual a 11.07 l/s=29640m³, la oferta hídrica es de 30.0 lt/s=92090 m³ para un área de riego de 28.18 has, lo que nos indica que el agua disponible es suficiente para lo requerido por los cultivos; El balance hídrico del proyecto se representa en la siguiente tabla:

Variables	Unid.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Q. Oferta P75%	m ³	1336495	1288091	1798481	993858	318242	160857	112830	92090	77879	415528	746985	1349408
Q. Ecologico	m ³	281925	309007	355188	198688	72756	27685	18889	20505	16223	136483	146723	277440
Q. Disponible	m ³	1054570	979084	1443293	795170	245486	133172	93941	71585	61656	279046	600262	1071967
Q. Demanda	m ³	0	0	0	0	10982	22822	25600	29640	20239	0	0	0
Balance (+)	m ³	-1054570	-979084	-1443293	-795170	-234504	-110350	-68341	-41945	-41418	-279046	-600262	-1071967

Estos datos permitirán realizar el cálculo del diseño hidráulico del proyecto con un tiempo de riego determinado, que asegura el buen funcionamiento y la captación del recurso hídrico requerido por los cultivos.

- 6.4. En el estudio de mecánica de suelos, se analizó la muestra de 01 calicata, lo cual determino en el ensayo granulométrico, que el perfil estratigráfico está compuesto por grava arcilloso con arena, en las siguientes proporciones: Grava=57.83%; Arena=20.03%; Finos=22.14%. El contenido de humedad es de 14.36%. Así mismo se obtuvieron los resultados de los límites de consistencia:

CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
C-1	2.50	27.25	19.90	7.35

Para determinar la esbeltez y el diseño de las estructuras de obras de arte, relacionado con la cimentación, se determinó la capacidad ultima de carga. Los resultados de laboratorio nos brindan resultados apropiados, con capacidad portante igual a 1.45 Kg/cm².

CALICATA	Prof. (m)	Ancho B(m)	Cohesion Aparente (Tn/m ²)	Peso Unitario del suelo (Tn/m ³)	Angulo de friccion interna (°)	Qu Tn/m ²	F.S	Qa Tn/m ²	Qa Kg/cm ²
C-1	2.00	1.50	0.65	1.793	21	43.59	3.00	14.53	1.45

- 6.5. En los estudios realizados a nivel regional por el INGEMMET y sumado las observaciones ejecutadas a nivel local, las fallas de tipo regional, no se encuentran activas o sea que se han estabilizado y están alejadas de la faja, por lo que se puede afirmar que la bocatoma, no será proclive a mayores asentamientos o hundimientos.
- 6.6. Para la elección del tipo de bocatoma se tomaron en cuenta los criterios como: la pendiente del rio, se observó la poca existencia de sedimentos en estaciones secas y en periodos de grandes avenidas se observó el transporte de piedras, estas características son propias de ríos de montaña, por lo que se vio por conveniente realizar el diseño de una captación o bocatoma Tipo Tirolesa.
- 6.7. La toma Tirolesa logra captar toda el agua que pasa a través de las rejillas, mientras que una toma lateral contiene necesariamente de un azud para asegurar la entrada de agua.
- 6.8. Las dimensiones de las rejillas en la bocatoma tipo Tirolesa son mucho menores en comparación de las bocatomas convencionales, por lo que disminuye el presupuesto en su ejecución.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el diseño hidráulico de la bocatoma tomando en cuenta los datos reales para determinar los parámetros en los estudios de topografía, hidrología, geología y geotecnia, así garantizar su permanencia y buen funcionamiento en el tiempo evitando también mayores contratiempos durante su ejecución.
- Se recomienda realizar el estudio topográfico con equipos que se encuentren debidamente calibrados para obtener datos topográficos confiables.
- Se recomienda realizar aforos en la zona de captación lo cual se puede comparar con lo obtenido de manera matemática, de tal manera que se garantice el agua para cubrir las demandas en épocas de estiaje.
- Se recomienda ubicar la bocatoma en zonas con poca curvatura para evitar la excesiva socavación.
- Se recomienda ampliar las construcciones de obras de captación, pues permiten un adecuado abastecimiento del recurso hídrico, sobre todo en épocas de estiaje, garantizando el riego agrícola durante todo el año, incrementando la producción.
- Se recomienda realizar una apropiada construcción de la toma Tirolesa, para asegurar su buen funcionamiento y la vida útil de la estructura, evitando gastos adicionales para su reparación.
- Se recomienda utilizar agua limpia, libre de impurezas para preparar la mezcla de concreto, para obtener calidad y duración de la estructura.

REFERENCIAS

- ✓ ARBULÚ RAMOS, José. Estructuras Hidráulicas. Perú: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2010.
- ✓ AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, ANA. Criterios de Diseños de obras hidráulicas para la formulación de Proyectos Hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento Hídrico. Lima-Perú. 2010
- ✓ ÁVILA BARAY, H.L. Introducción a la metodología de la investigación, 2006. Edición electrónica. Texto completo en: www.eumed.net/libros/2006c/203/
- ✓ BUREAU OF RECLAMATION. Diseño de Pequeñas Presas. 3a ed. Bellisco. Madrid, España, 2007. 860 p.
- ✓ CASTAÑON Guillermo, Ingeniería del riego, Utilización Racional del Agua.
- ✓ CHEREQUE MORAN, Wendor. Diseño de estructuras hidráulicas pequeñas. Pontificia Universidad Católica del Perú. (PUPC). Lima, 2003.
- ✓ CHINGATE CHINGATE, Edixon Andrey, ÁLVAREZ ÁVILA, Helmer Sebastián y LEON LUNA Nixon. Diseño y construcción de un prototipo de bocatoma lateral para el laboratorio de Hidráulica. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Tesis (Título de Ingeniero Civil), Villavicencio, 2020. Disponible en: <https://docplayer.es/213369464-Diseno-y-construccion-de-un-prototipo-de-bocatoma-lateral-para-el-laboratorio-de.html>
- ✓ CONTRERAS CUSI, Leonid Simón y VILLEGAS MACEDO, Alejandro Rubén. Tesis “ “Diseño Hidráulico y Estudio de Rentabilidad del Proyecto de la Bocatoma

San Pedro para abastecer las zonas agrícolas de San Pedro y Santa Cruz en la región Ayacucho”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería. Lima, 2019. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628226?show=full>

- ✓ CUNIA PEREZ, Luis Ernesto. Tesis "DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA BOCATOMA DEL PROYECTO DE IRRIGACION AVISADO- VALLE "LA CONQUISTA". Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ingeniería Civil. Tarapoto, 2005. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_6aa24830d0bd7759ee676f39c1d86671.
- ✓ GARCÍA, José Antonio [et.al.]. Manual “Sistemas de captaciones de agua en manantiales y pequeñas quebradas de la región andina-Argentina”. 2011. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp_inta_cipaf_ipafnoa_manual_de_agua.pdf
- ✓ GUADALUPE AGUILAR, Victor Junior (2018), menciona en la tesis “Diseño hidráulico de la bocatoma de fondo tipo tirolesa en el río Hozorato para el abastecimiento de agua potable de la localidad de Santa Teresita, provincia de Satipo, departamento de Junín – Perú”
- ✓ HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación Científica. 6ta ed. México.
- ✓ ING. ROJAS RUBIO, Hugo Amado. Bocatomas. Nuevo Chimbote, 2008.p5
- ✓ JAUREGUI JAUREGUI, Bruno Gabriel. Tesis “Diseño Hidráulico de una bocatoma en el río Mayobamba para el mejoramiento del sistema de irrigación Ccesa, Ishuay

Huaycahuacho".Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Agrícola. Lima, 2019. Disponible en: http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_3af0077b01625870f215b4f15851ab45.

- ✓ JOSÉ RIVAS Yoli, Artículo: Población y muestra: definición y diferencias Febrero 2022.

- ✓ JULON CABRERA, Jamber. Tesis "Diseño de la bocatoma y canal de derivación de Pueblo escondido, sector marripón, distrito de Motupe, provincia y departamento de Lambayeque, 2017". Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería Civil Ambiental. Chiclayo, 2019. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-de-san-martin-de-porres/hidraulica/tl-julon-cabrera-jamber/14330455>

- ✓ LIBELULA, Comunicación, ambiente y desarrollo. Diagnóstico de la Agricultura en el Perú. Informe Final. Lima, Perú, 2011. Disponible en: https://www.ipdrs.org/images/en_papel/archivos/Diagnostico_de_la_Agricultura_en_el_Peru_-_web.pdf

- ✓ LINSLEY, KOHLER, PAULUS. MC GRAW HILL. Hidrología para ingenieros, Bogotá, Colombia. 1977

- ✓ LOPEZ MARINA, Juan Manuel, Geología aplicada a la Ingeniería Civil. Segunda Edición.

- ✓ MANSEN VALDERRAMA, Alfredo. Diseño de Bocatomas. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Departamento académico de Hidráulica e Hidrología. Perú, 2006.
- ✓ MENDOZA DUEÑAS, Jorge, Topografía y Geodesia. Segunda edición, Lima 2020. Disponible en: www.lngnovando.com
- ✓ NORMA TÉCNICA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES. Instituto de la Construcción y Gerencia-ICG. Lima-Perú. 2018. Disponible en: www.construccion.org
- ✓ NOVAK, P; MOFFAT, A. I. B; NALLURI, C. Estructuras Hidráulicas. Santos Granados, German. 2 ed. Bogotá, Colombia. Mc Graw Hill, 2001. 593 p.
- ✓ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA MUNDIAL (FAO). Agua y Cultivos - Uso Agrícola de agua. Roma, 2012. Disponible en: <https://www.fao.org/3/Y3918S/y3918s03.htm>
- ✓ PEREZ CAMPOMANES, Giovene. Manual de obras Hidráulicas, Lima, Febrero. 2016.
- ✓ PONCE BERTINI, Eduardo. Comportamiento hidráulico y sedimentológico de la Bocatoma Independiente de Aguas Andinas en el Río Maipo. Tesis de pregrado, Universidad De Chile. 2008.
- ✓ PONCE SAHUINCO, Rita. Bocatoma en el río Chicama, en la zona de Facalá. Tesis de pregrado: USMP. 2015.
- ✓ PROAGRO/GTZ, Criterios de diseño y Construcción de obras de captación para riego – Tomas Tirolesas. 2da Edición, Bolivia 2010. Disponible en: www.proagro-bolivia.org

- ✓ REGLAMENTO DE LA LEY DE RECURSOS HIDRICOS - Ley N° 29338. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 2010.
- ✓ ROCHA FELICES, Arturo. La Bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico. Revista técnica de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 2005. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/225308519/La-Bocatoma-Estructura-Clave-en-Un-Proyecto-de-Aprovechamiento-Hidraulico>.
- ✓ SVIATOSLAV KROCHIN. "Diseño Hidráulico" tercera edición. Escuela Politécnica Nacional. Quito Ecuador, 1986
- ✓ TEODORO E., HARMSEN, Diseño de estructuras de concreto armado. 4ta edición, LIMA, 2005.
- ✓ UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Guía de elaboración de trabajo de investigación y tesis para la obtención de grados académicos y títulos profesionales. Lima 2020.
- ✓ UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Manual, Referencias estilo ISO 690 Y 690-2, Adaptación de la norma de la International Organization for Standardization (ISO)
- ✓ VALDERRAMA, A. M. Diseño de Bocatomas, 2010, pág. 5.
- ✓ VARGAS CHANZAPA Roger Andrés, SALVADOR ZEGARRA, Leister Sandro. Tesis" Diseño hidráulico de la bocatoma en la quebrada San Francisco y estructuras de conducción para el riego por gravedad en el caserío Pampamarca-Santiago de Chuco" Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de ingeniería civil. Trujillo, 2020.

- ✓ VERAMENDI CAICO, Shielton Víctor, Tesis “Diseño de captación para autopropulsión de agua de río a través de tuberías HDPE para riego tecnificado en Huacaybamba, Huaraz,2021.
- ✓ VARGAS CORDERO Zoila Rosa, La investigación Aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica, Costa Rica.2009
- ✓ VASQUEZ IDROGO, Mauro, Diseño hidráulico y estructural minicentral hidroeléctrica tres cruces, UNALM, Lima,2007.
- ✓ VEN TE CHOW. Hidráulica de canales abiertos. 4a ed. Editorial Diana. México, 1986. 633 p.
- ✓ VILLASEÑOR C. T. Proyecto de obras hidráulicas. UACH, México, 1978. 315 p.
- ✓ VILLON BEJAR, Máximo. Hidrología, 2a Edición. Lima, 2002.

ANEXOS

ANEXO A. Operacionalización de variables y matriz de consistencia.

Anexo . Operacionalización de variables

Matriz de consistencia

ANEXO B. Instrumentos de recolección.

Anexo: Ficha técnica topográfica y Ficha de puntos topográficos

Anexo: Ficha Hidrológica - Descargas medias mensuales generadas (m³/s)

Anexo: Ficha Hidrológica: Generación de caudales medios mensuales para el año promedio

ANEXO C. Imágenes y fotos.

Anexo. Croquis de la toma Laimiña

Anexo. Obra de toma Tirolesa de Laimiña con rejilla extraída de la estructura

Anexo. Simulación real de una bocatoma y desarenador

Anexo. Bocatoma Miraflores - Olmos

Anexo. Bocatoma directa

Anexo. Bocatoma convencional

Anexo. Bocatoma móvil

Anexo. Bocatoma tirolesa

Anexo. Partes de una bocatoma tipo Tirolesa

Anexo. Partes de una bocatoma

Anexo. Ubicación de una bocatoma

Anexo. Ámbito de la cuenca Marañón.

Anexo: Delimitación de la sub cuenca de aporte hídrico al proyecto quebrada Jambon.

Anexo. Vista del Km 0+000, cauce del río donde se realizará la bocatoma

Anexo. Vista de alguna de las parcelas beneficiarias.

Anexo: Vista de la línea de conducción

ANEXO D. Cálculos.

Anexo: Temperatura máxima media mensual (°C)

Anexo: Temperatura mínima media mensual (C°)

Anexo: Temperatura media mensual (°C)

Anexo: Humedad relativa media mensual (%)

Anexo: Velocidad del viento(m/s)

Anexo: Valores de horas sol – estación meteorológica Recuay

Anexo: Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación de Sihuas.

Anexo: Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación Pomabamba.

Anexo: Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación de Chavín.

Anexo. Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación de Yungay.

Anexo: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de L. Turk

Anexo: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Coutagne.

Anexo: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Keller

Anexo: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Becerrill.

Anexo: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Nadal.

Anexo: Coeficientes del polinomio para el cálculo de la precipitación efectiva.

Anexo: Coeficientes de gasto mensuales

Anexo: Resultados de la regresión.

Anexo: Calculo del coeficiente de correlación para el año promedio.

Anexo: Valores de las constantes a y n según Cobertura Vegetal (Almorox et al., 2010)

Anexo: Resultados de ensayos de laboratorio

Anexo: Calculo del coeficiente de Manning "n"

Anexo: Calculo del ancho estable del rio – Formula de Altunin

Anexo: Coeficiente "k" de acuerdo con el ángulo de inclinación

ANEXO E. Planos

Anexo. Plano topográfico

Anexo. Plano de planta y cortes de la bocatoma

Anexo, Plano de perfil Creager

Anexo. Predimensionamiento del muro

Anexo. Plano acero en el muro.

ANEXO F. Autorización

Anexo. Constancia de Autorización por la MPA

ANEXO - A

Anexo A. Operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
(V.I) sistema de riego.	Se define como sistema de riego como un conjunto de estructuras como captación o bocatoma, almacenamiento y conducción, los cuales permiten determinar las áreas a cultivar tomando en cuenta el agua necesaria a las plantas. (Ing. Calderón, 2016, p.145)	Para implementar un sistema de riego es necesario tener en cuenta varios aspectos, uno de los más importantes es la estructura u obra hidráulica que juntamente con el caudal son indispensables para que la implementación del sistema de riego, cumpla con su objetivo. (Máximo Villon Béjar, 2005)	- Estudio Hidrológico.	- Caudales de oferta y demanda. (Lt/s) - Pendientes (%)	Intervalo
(V.D) Diseño hidráulico	Se define como bocatoma, al grupo de estructuras que se ejecutan en una fuente de agua sean superficiales o subterráneas con la	Para definir el diseño más conveniente es necesario contar con los estudios básicos de Hidrología,	Diseño Hidráulico de la bocatoma.	Características hidráulicas. (m, m/s, m-kg/kg) Profundidad de socavación. (m)	Intervalo

de una bocatoma.	finalidad de captar y emanar un volumen de agua para ser utilizado con fines energéticos, de abastecimiento público, de irrigación, etc. (Hugo A. Rojas Rubio, 2008.p.5)	Geología-Geotecnia, Topografía.		- Caudal máximo. (cm ² , pulg, cm) - Cálculo de acero.	
------------------	--	---------------------------------	--	---	--

Fuente: Elaboracion propia

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General: ¿Cómo se efectúa el diseño hidráulico de la bocatoma para implementar un sistema de riego en quebrada de	Objetivo General: Efectuar el diseño hidráulico de bocatoma para implementar sistema de riego en quebrada Jambón, distrito	Hipótesis: El uso adecuado de los factores para realizar el diseño hidráulico de una bocatoma, garantiza la captación de un	Variable Dependiente: Diseño hidráulico de una bocatoma.	-Características hidráulicas. (m, m/s, m-kg/kg). -Profundidad de socavación. (m) -Caudal máximo. (cm ² , pulg, cm)	Tipo de Investigación: El tipo de investigación es Aplicada, porque se aplican los conocimientos que ya se han desarrollado.

<p>Jambón, distrito de Chacas, provincia de Asunción, Ancash?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>a) ¿Cuáles son los indicadores topográficos para el diseño de la bocatoma?</p> <p>b) ¿Cuáles son los caudales de oferta y demanda para el diseño hidráulico de la bocatoma?</p> <p>c) ¿Cuáles son los indicadores</p>	<p>de Chacas, provincia Asunción, Ancash</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>a) Realizar el levantamiento topográfico para determinar los indicadores topográficos para el diseño de la bocatoma.</p> <p>b) Realizar el estudio hidrológico para determinar la oferta y demanda de agua.</p>	<p>caudal permanente de agua para implementar un sistema de riego.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>a) El uso de indicadores topográficos adecuados, garantizan el buen diseño de una bocatoma.</p> <p>b) El uso de indicadores hidrológicos adecuados garantizan el</p>	<p>Variable Independiente: sistema de riego.</p>	<p>- Caudales de oferta y demanda. (Lt/s)</p> <p>- Longitud (Km)</p> <p>- Pendientes (%)</p>	<p>Diseño de la Investigación: El diseño de la investigación es No experimental – transversal descriptivo, porque la recopilación de datos se realiza tomando en cuenta la teoría existente.</p> <hr/> <p>Población: Para la investigación se toma como población el sistema o unidad de análisis conformado por a</p>
--	--	---	---	--	--

<p>geológico y geotécnico para el diseño hidráulico de la bocatoma?</p> <p>d) ¿Cuáles son los indicadores que deben ser analizados para determinar el tipo de estructura de captación?</p>	<p>c) Realizar el estudio geológico y geotécnico de la zona donde se ubicará la bocatoma.</p> <p>d) Definir el tipo de estructura de captación según indicadores analizados.</p>	<p>buen diseño de la bocatoma.</p> <p>c) El uso de indicadores geológicos y geotécnicos permitirá el buen diseño de la bocatoma.</p> <p>d) El uso de indicadores adecuados, permitirán determinar el tipo de estructura de captación.</p>			<p>infraestructura de riego de la quebrada Jambon.</p> <p>Muestra:</p> <p>Para la investigación, la muestra será la bocatoma en la quebrada de Jambón, Prov. de Asunción</p>
---	--	--	--	--	---

Fuente: Elaboracion propia

ANEXO B

Anexo B1: Ficha técnica topográfica y Ficha de puntos topográficos

FICHA TECNICA TOPOGRAFICA				
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LOCALIDAD:	
DESCRIPCION	NORTE(m)	ESTE (m)	ELEVACION (msnm)	SISTEMA DE PROYECCIO
INICIO				
PROYECTO				
PROGRESIVA	INICIO(km)		FIN(km)	

PUNTOS TOPOGRAFICOS				
Nº	NORTE	ESTE	ALTITUD (MSNM)	DESCRIPCION
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Inocencio
 Ing^o Inocencio Eugenio Anelán Gargate
 INGENIERO CIVIL
 CIP- 97595


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Consejo Departamental Arequipa - Huari
Ronald
 RONALD WALTER CASTILLO CHALCOP
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 97586


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Misson
 Misson Flavio Vargas Grande
 INGENIERO CIVIL
 CIP- 155429

Anexo B2: Ficha Hidrológica - Descargas medias mensuales generadas (m3/s)



Año	Ene. 30	Feb. 28	Mar. 31	Abr. 30	May. 31	Jun. 30	Jul. 31	Ago. 31	Set. 30	Oct. 31	Nov. 30	Dic. 31	Prom. (m3/s)
1989													
1990													
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997													
1998													
1999													
2000													
2001													
2002													
2003													
2004													
2005													
2006													
2007													
2008													
2009													
2010													
2011													
2012													
2013													


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

 Ing^o Inocente Eulogio Arellán Gargate
 INGENIERO CIVIL
 CIP 97595


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Departamental Arequipa - Huari

 RONALD WALTER CASTILLO CHAUCA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 97596



 Milsson Flavio Vargas Grande
 INGENIERO CIVIL
 *IP- 155427

Anexo B3: Ficha Hidrológica: Generación de caudales medios mensuales para el año promedio

MES	Nº días del mes	PRECIPITACION MENSUAL				CONTRIBUCION DE LA RETENCION				CAUDALES GENERADOS	
		P	Efectiva			Gasto		Abastecimiento		mm/mes	m3/s
	Total	PE II	PE III	PE	bi	Gi	ai	Ai			
	mm/mes				mm/mes		mm/mes		mm/mes	m3/s	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ene.											
Feb.											
Mar.											
Abr.											
May.											
Jun.											
Jul.											
Ago.											
Set.											
Oct.											
Nov.											
Dic											
AÑO											
Coeficientes											


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

 Ing° Inocencio Eulogio Arellán Gargate
 INGENIERO CIVIL
 CIP° 87595


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Comisión Departamental Arecah - Huanc

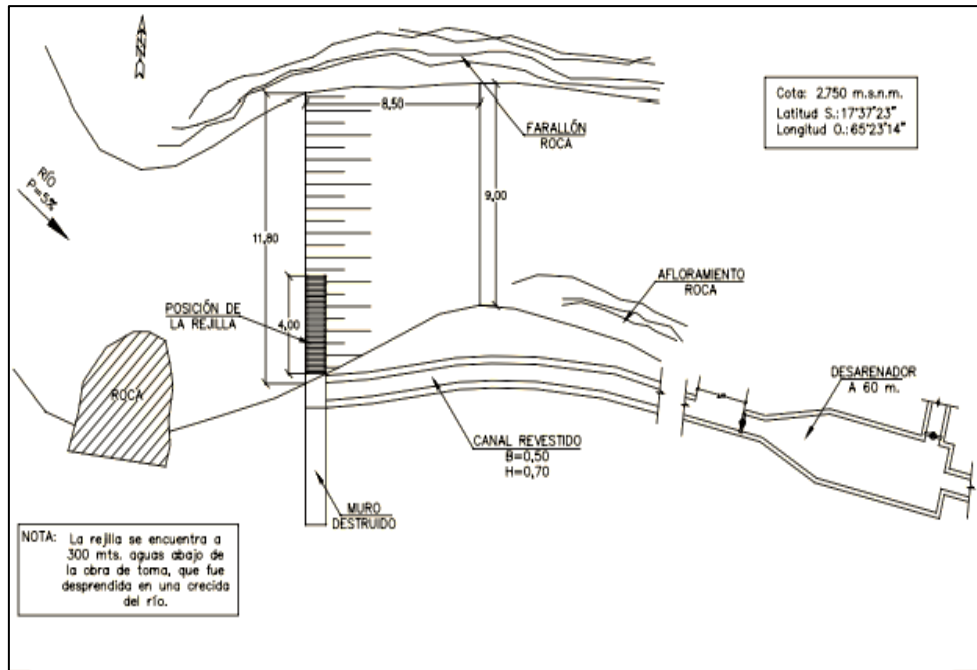
 RONALD WALTER CASTILLO CHALCA
 INGENIERO CIVIL
 RAG - CIP 87596


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

 Milson Flavio Vargas Grande
 INGENIERO CIVIL
 CIP° 155427

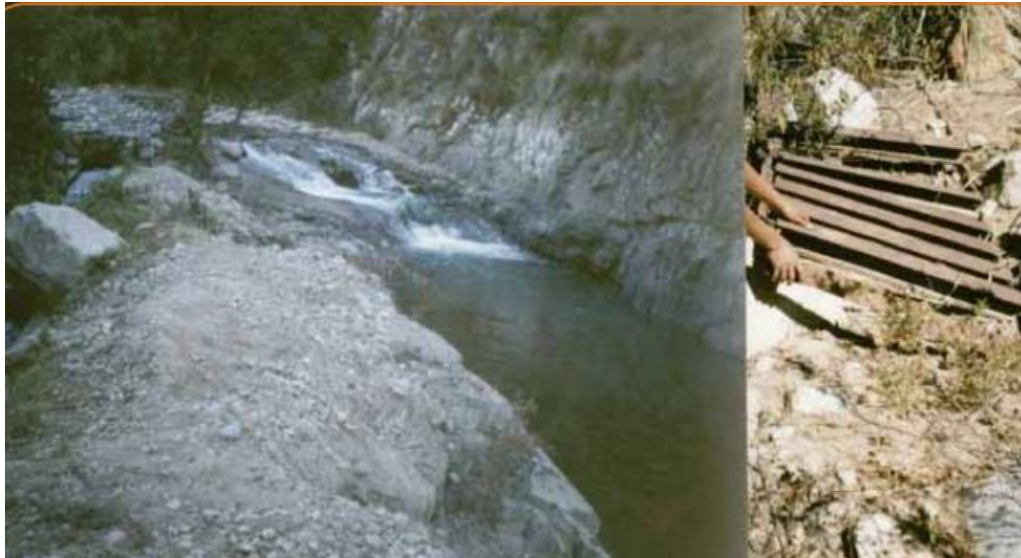
ANEXO C.

Anexo C1. Croquis de la toma Laimiña.



Fuente: PROAGRO, Bolivia

Anexo C2. Obra de toma Tirolesa de Laimiña con rejilla extraída de la estructura



Fuente: PROAGRO, Bolivia

Anexo C3. Simulación real de una bocatoma y desarenador



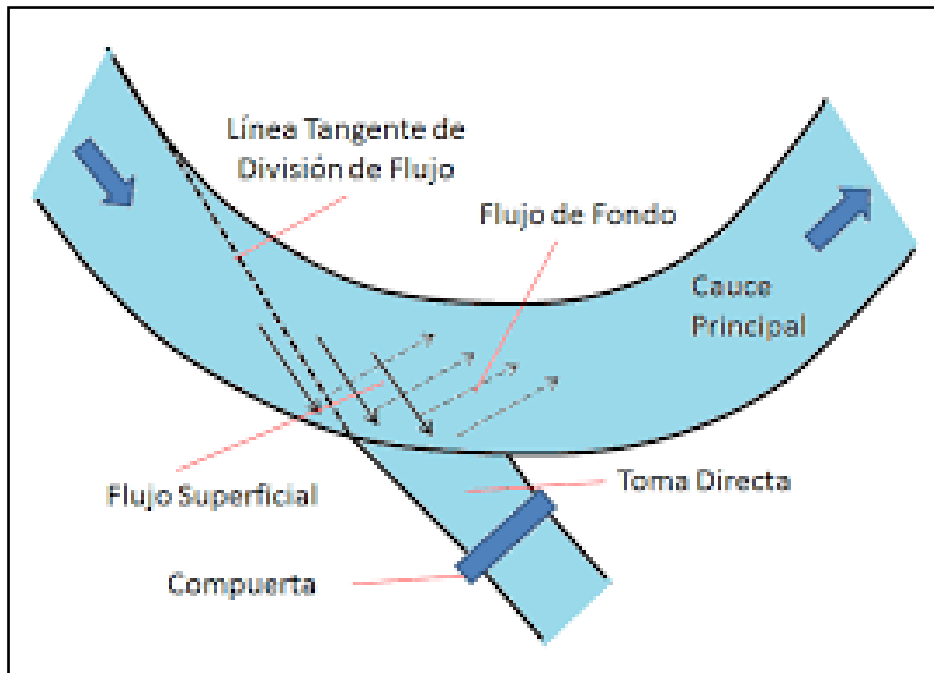
Fuente: Google imágenes

Anexo C4. Bocatoma Miraflores - Olmos



Fuente: Google imágenes.

Anexo C5. Bocatoma directa



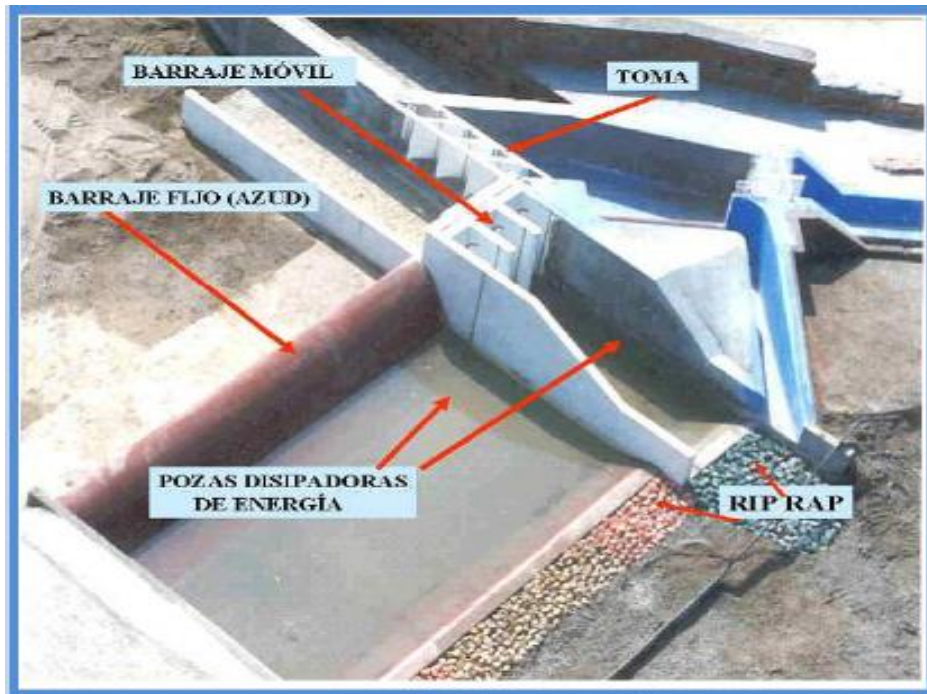
Fuente: Google imágenes.

Anexo C6. Bocatoma convencional



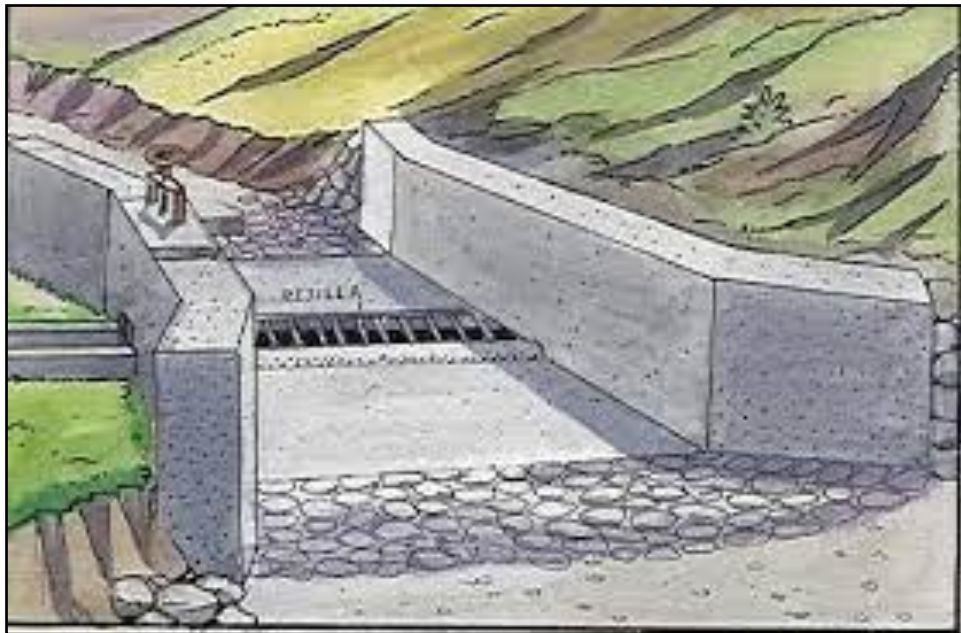
Fuente: Google imágenes.

Anexo C7. Bocatoma móvil



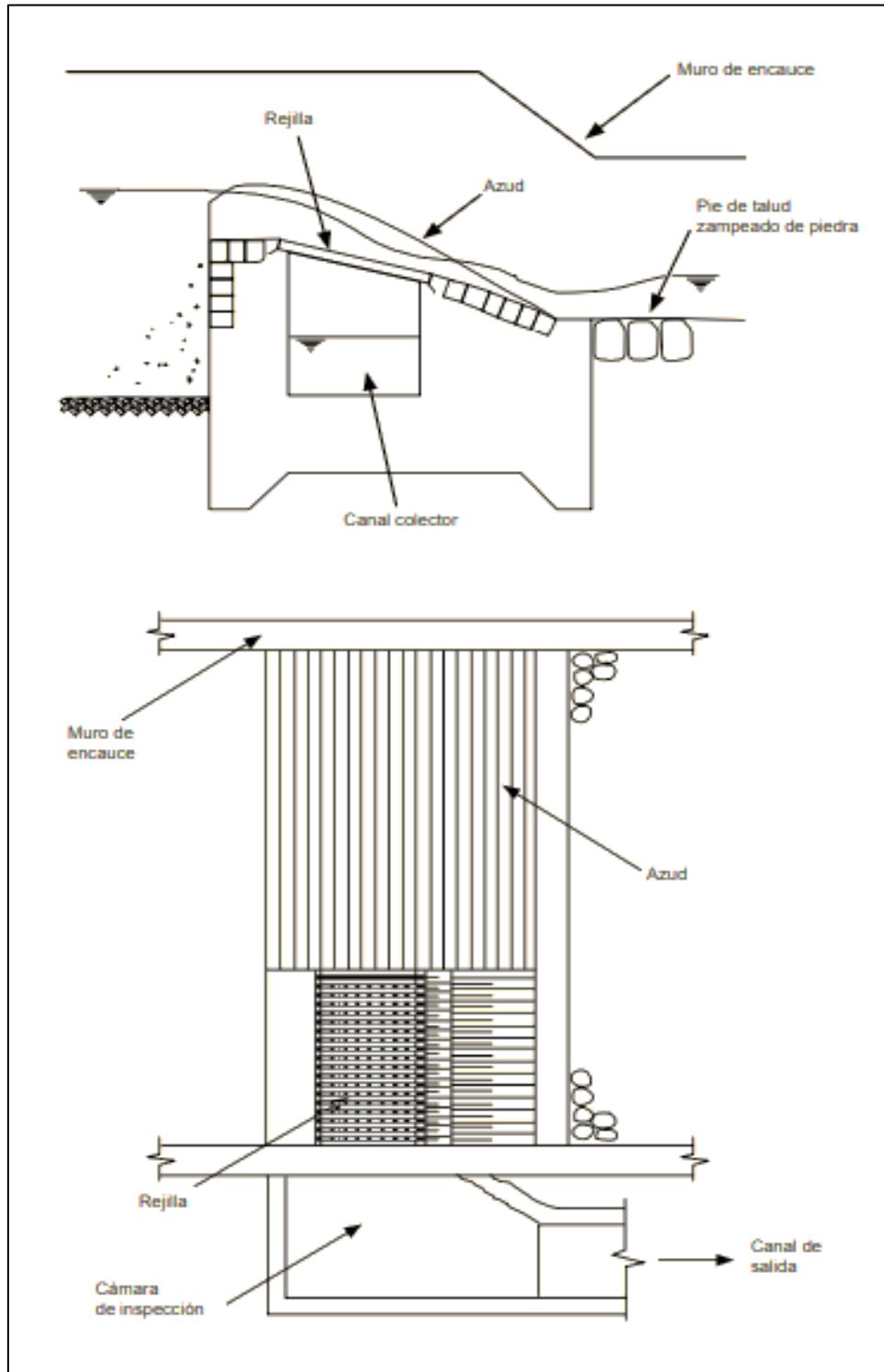
Fuente: Google imágenes

Anexo C8. Bocatoma tirolesa



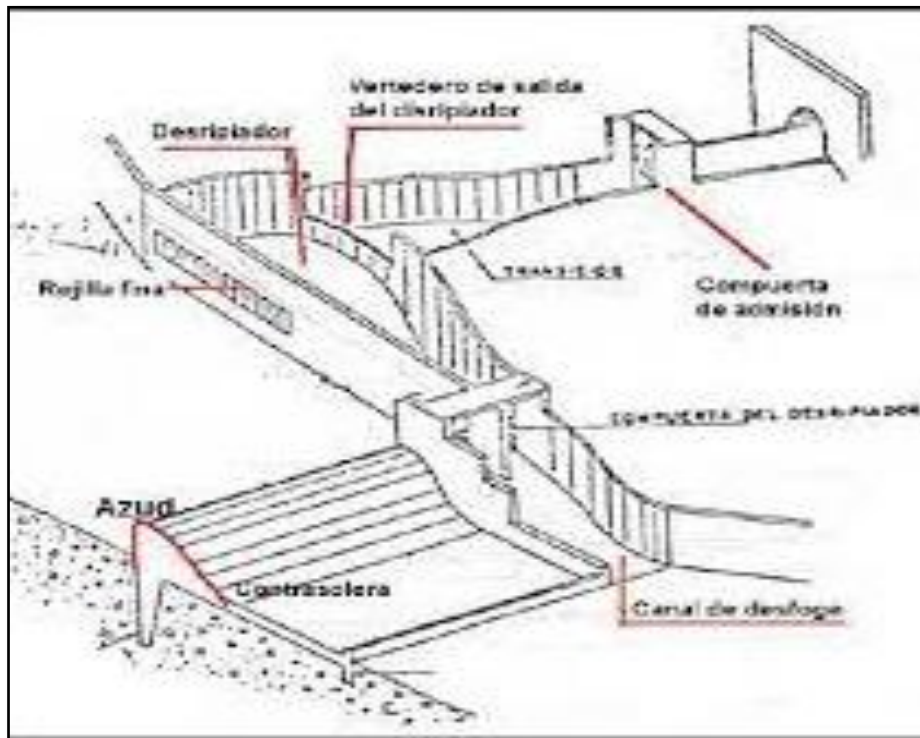
Fuente: Google imágenes.

Anexo C9. Partes de una bocatoma tipo Tirolesa.



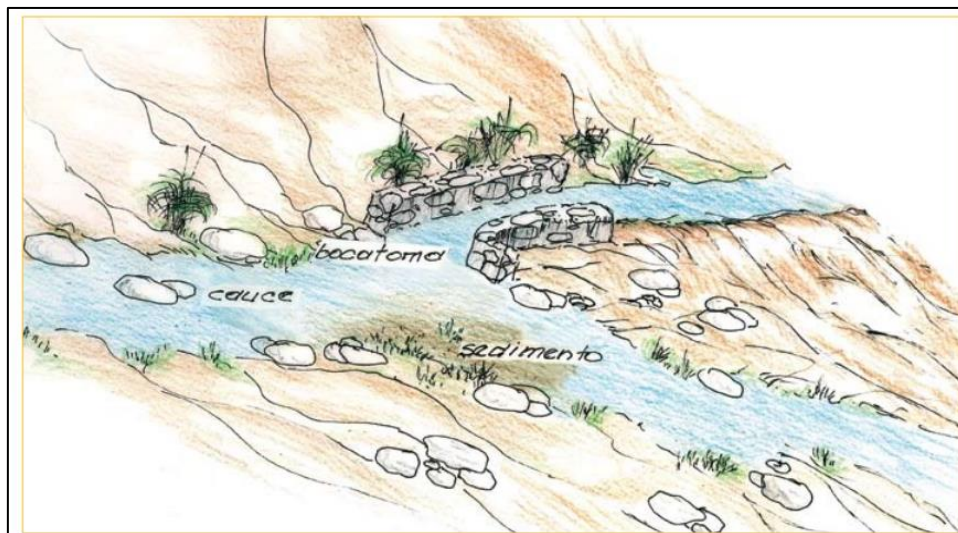
Fuente: Proagro, Bolivia.

Anexo C10. Partes de una bocatoma



Fuente: Google imágenes.

Anexo C11. Ubicación de una bocatoma

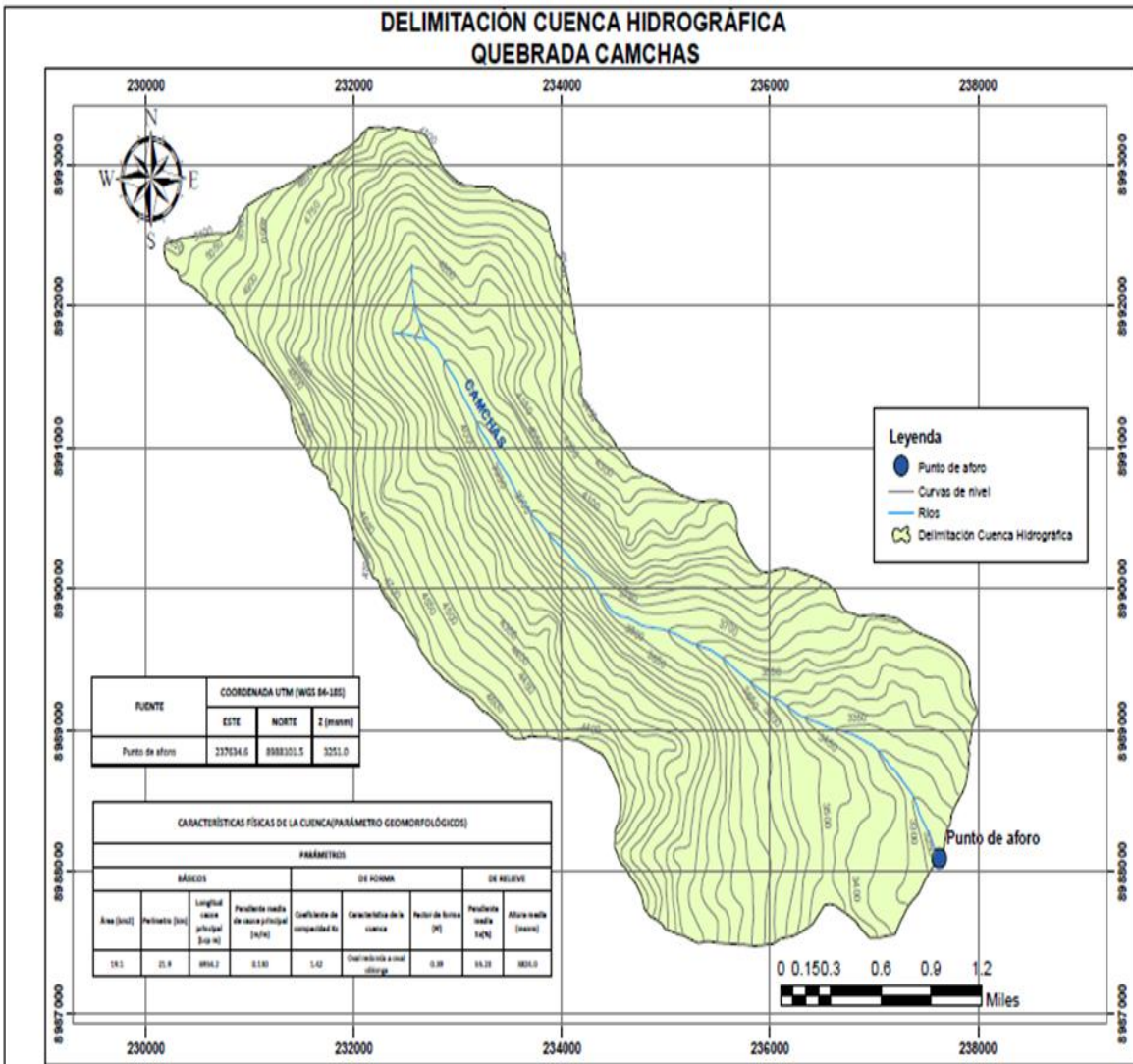


Fuente: Manual, sistemas de captaciones de agua en manantiales y pequeñas quebradas

Anexo C12. Ámbito de la cuenca Marañón.



Anexo C13: Delimitación de la sub cuenca de aporte hídrico al proyecto quebrada Camchas.



Anexo C14. Vista del Km 0+000, cauce del rio donde se realizará la bocatoma



Fuente: elaboración propia

Anexo C15. Vista de alguna de las parcelas beneficiarias.



Fuente: elaboración propia

Anexo C16: Vista de la línea de conducción



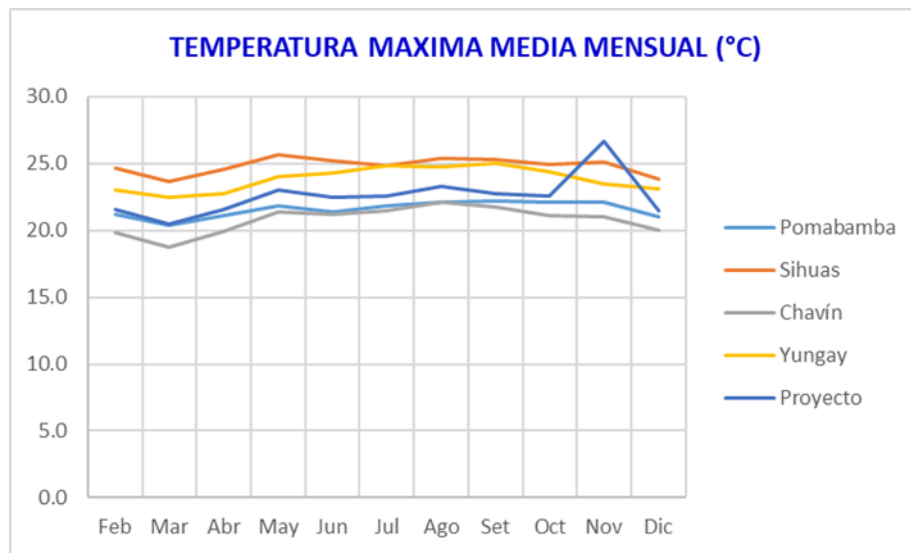
Fuente: elaboración propia

ANEXO D.

Anexo D1: Temperatura máxima media mensual (°C)

Estación meteorológica	Altitud (msnm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Pomabamba	2716	21.3	21.2	20.4	21.1	21.8	21.4	21.9	22.1	22.2	22.1	22.1	21.0
Sihuas	2985	24.8	24.7	23.7	24.6	25.7	25.2	24.9	25.4	25.3	24.9	25.2	23.9
Chavín	3140	20.5	19.8	18.7	19.9	21.4	21.2	21.5	22.1	21.7	21.1	21.0	20.0
Yungay	2466	23.7	23.0	22.4	22.7	24.0	24.3	24.8	24.8	25.0	24.4	23.5	23.1

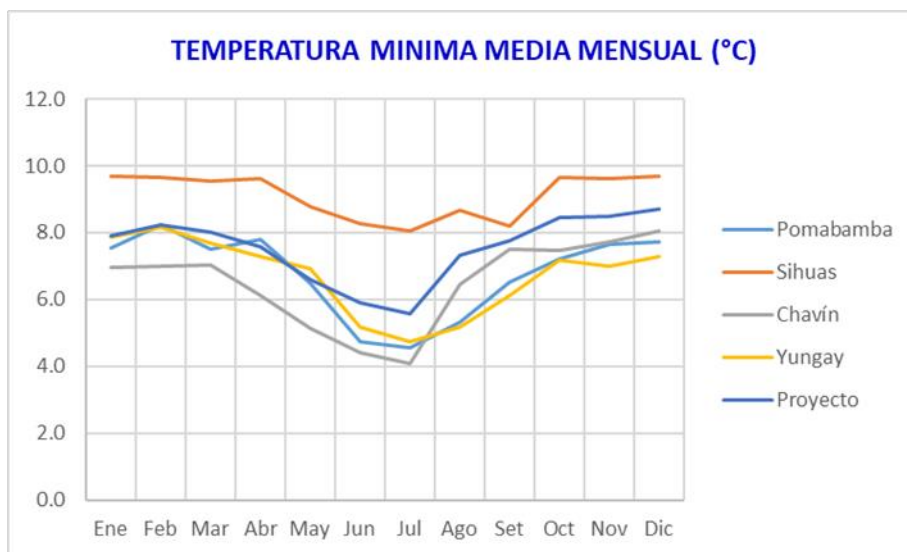
Fuente: elaboración propia



Anexo D2: Temperatura mínima media mensual (C°)

Estación meteorológica	Altitud (msnm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Pomabamba	2716	7.5	8.3	7.5	7.8	6.5	4.7	4.6	5.3	6.5	7.2	7.7	7.7
Sihuas	2985	9.7	9.6	9.6	9.6	8.8	8.3	8.0	8.7	8.2	9.6	9.6	9.7
Chavín	3140	7.0	7.0	7.0	6.1	5.1	4.4	4.1	6.4	7.5	7.5	7.7	8.0
Yungay	2466	7.9	8.2	7.7	7.3	6.9	5.2	4.7	5.2	6.1	7.2	7.0	7.3

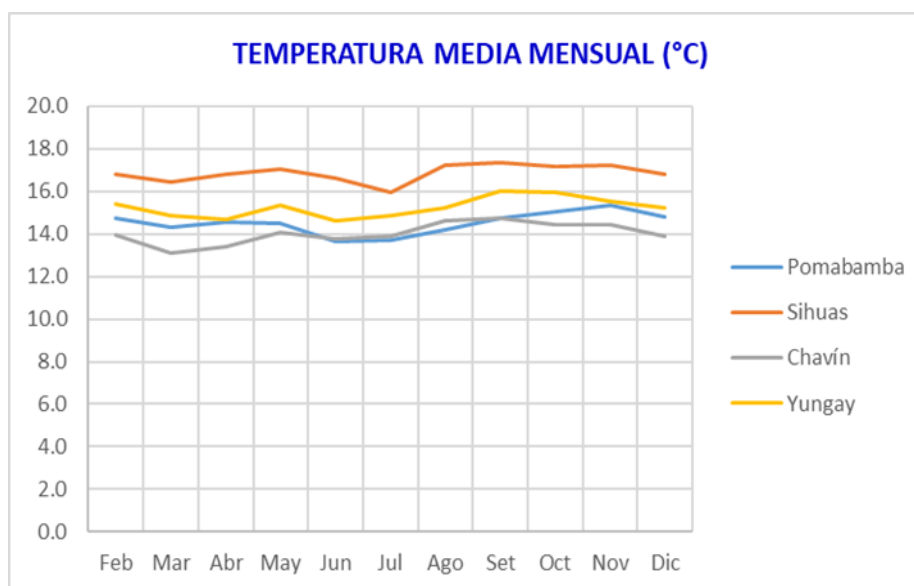
Fuente: elaboración propia



Anexo D3: Temperatura media mensual (°C)

Estación meteorológica	Altitud (msnm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Pomabamba	2716	14.9	14.6	14.3	14.6	14.5	13.7	13.7	14.2	14.7	15.0	15.4	14.8
Sihuas	2985	16.9	16.8	16.4	16.8	17.1	16.6	16.0	17.3	17.4	17.1	17.2	16.8
Chavín	3140	14.2	14.0	13.1	13.4	14.1	13.8	13.9	14.6	14.7	14.5	14.4	13.9
Yungay	2466	15.5	15.4	14.9	14.7	15.3	14.6	14.8	15.2	16.0	16.0	15.5	15.2

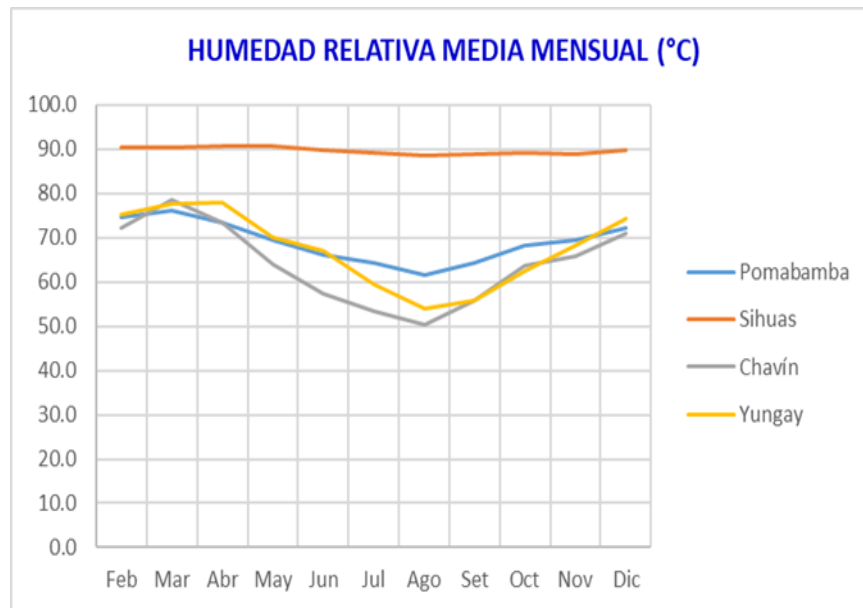
Fuente: elaboración propia



Anexo D4: Humedad relativa media mensual (%)

Estación meteorológica	Altitud (msnm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Pomabamba	2716	72.7	74.6	76.2	73.4	69.4	66.3	64.4	61.6	64.3	68.4	69.4	72.1
Sihuas	2985	90.1	90.5	90.6	90.8	90.6	89.9	89.2	88.5	88.9	89.1	89.1	89.8
Chavín	3140	65.6	72.1	78.4	73.5	64.2	57.3	53.5	50.3	55.8	63.7	65.8	71.1
Yungay	2466	75.2	75.3	77.7	78.0	70.2	67.0	59.5	53.9	55.9	62.4	68.3	74.3

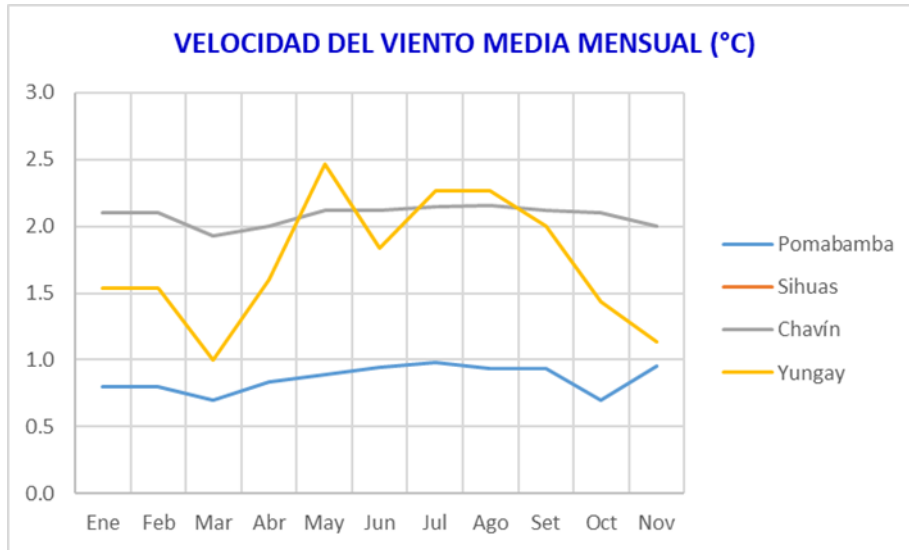
Fuente: elaboración propia



Anexo D5: Velocidad del viento(m/s)

Estación meteorológica	Altitud (msnm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Pomabamba	2716	0.8	0.8	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.7	1.0	0.7
Sihuas													
Chavín	3140	2.1	2.1	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0
Yungay	2466	1.5	1.5	1.0	1.6	2.5	1.8	2.3	2.3	2.0	1.4	1.1	0.2

Fuente: elaboración propia



Anexo D6: Valores de horas sol – estación meteorológica Recuay

Parámetro	Un.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Horas sol (*)	día	4.9	4.2	4.0	4.7	6.5	6.7	7.2	6.8	6.2	4.9	4.9	3.9
(*) horas sol promedio día de la estación Recuay, más cercana al proyecto.													

Anexo D7: Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación de Sihuas.

1. Datos pluviométricos Sihuas.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1963											97.6	111.8
1964	99.0	101.6	143.6	61.3	30.5	4.0	7.8	15.2	26.4	79.4	99.3	
1965	40.1	99.7	175.9	54.5	20.1	0.0	10.8	9.7	74.9	64.2	38.6	100.9
1966	68.0	104.6	47.5	59.7	40.7	0.0	0.0	2.4	9.3	91.9	70.9	17.0
1967	120.7	147.6	134.1	22.9	21.2	6.7	4.0	5.6	18.5	139.7	37.4	55.7
1968	79.9	58.0	74.2	44.0	13.4	9.4	2.4	14.7	41.6	115.5	31.6	45.6
1969	34.2	89.3	127.8	83.6	16.4	5.2	7.8	3.3	12.1	72.5	86.0	123.7
1970	78.4	79.5	91.2	91.8		11.8	13.1	5.3	59.1	63.2	352.4	188.1
1971	113.9	113.8	197.8		22.0	22.2	6.0	14.0	27.6		82.9	
1972		163.5	227.4	50.5	66.4	28.9			79.0	35.0	44.2	52.1
1973	189.8	158.6	205.2	243.1			26.1	6.3	43.5	59.6	109.6	116.8
1974	82.2	135.4			2.1		17.1	22.6	29.7		65.5	71.9
1975	49.6			71.9	34.1				40.5	37.8	63.9	44.5
1976	138.0	143.9	141.8				0.0	0.0	6.3	42.0	51.5	37.0
1977	108.6	126.0	131.6	93.8	33.3	15.6	4.0	3.1	32.4	91.3	140.6	29.0
1978	158.2		68.9	58.2	48.9	6.7	43.4	26.4	69.5	136.0	107.0	97.3
1979	60.8	206.9	196.7	90.1	3.1	0.0	16.0	36.4	85.2	2.8	160.0	73.8
1980	61.4	45.3	26.2	37.7	1.6	0.6	0.0	5.2	0.0	221.3	107.5	62.0
1981		155.5	81.1	59.8	15.0	35.5	0.0	2.0	0.0	102.3	88.8	127.0
1982	60.6	73.5	58.6	84.7	24.5	0.8	8.3	0.0	35.5	122.3	93.8	
1983	99.5	25.5	124.7	76.8	8.8	21.8	0.0	12.1	16.3			129.6
1984	49.1	264.7	141.1	30.0	26.9	24.4	3.5	5.0	49.1	65.6	71.5	28.5
1985	87.4	31.7	40.7	51.1	19.3	5.3	0.0	22.7	12.0	44.6	50.5	49.0
1986										46.9	57.1	119.7
1987		167.5	78.1	65.2	44.2		24.6	42.5	24.4	36.0	55.6	93.4
1988	357.2	201.6	36.9									
1991										140.3	97.0	83.1
1992	7.3	49.5	158.5	167.5	48.3	1.1	9.9	6.3	24.8	0.0	0.0	0.0
1993	33.3	387.7	658.8	174.3	0.0	0.0	31.8	48.5	58.4	101.1	134.3	422.1
1994	273.7	284.8	210.3	167.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	164.8	74.8
1995	70.8	121.1	105.7	46.0	11.7	15.5	0.0	5.6	10.5	58.8	100.4	75.3
1996	143.2	123.9	139.8	197.8	58.6	0.0	0.0	4.5	42.0	177.6	69.8	60.1
1997	98.7	234.4	185.0	99.2	38.5	55.4	11.8	48.6	94.1	247.5	245.8	417.4
1998	353.4	346.4	494.0	104.3	32.4	44.9	0.0	43.0	78.0	225.0	137.5	126.8
1999		462.5	170.5	80.6	34.7		20.0	31.1	189.6	91.9	82.9	82.9
2000	57.3	113.9	76.2	104.4	37.5	0.0	0.0	42.3			78.2	65.1
2001	237.0	80.0					41.1					
2002						0.0	33.5			166.0	258.0	171.2
2003	26.8	65.3	171.2	92.0			0.0	0.0	43.3	58.6		
2004	58.4	93.0	106.6	33.4	49.8	10.2	27.3	1.6	57.0	125.5	142.1	91.6
2005	69.5	63.8	190.5	79.9	0.0	0.0	0.0	13.9	12.1	94.5	26.9	130.2
2006	113.7	85.3	211.8	88.6	15.8	16.8	0.0	15.4	74.5	117.8	119.6	128.5
2007	145.9	70.1	237.1	176.9	5.9	0.0	31.7	12.1	17.8	150.0	108.3	94.8
2008	139.4	142.8	154.5	96.1	19.3	23.3	0.0	5.6	73.3	179.6	84.7	
2009	231.0	240.7	298.2		53.1	28.1	32.2	75.1		140.7	108.8	162.8
2010	83.5	86.4	135.7	109.3	67.6	14.4	4.5	3.1	10.1	65.3	146.6	159.9
2011	109.7	71.5	144.6	150.9	19.6	0.0	14.1	4.7	49.6	44.3	82.1	166.9
2012	221.0	170.6	177.2	119.4	57.5	15.0	0.0	1.3	8.6	117.5	117.8	122.9
2013	89.6	151.9	199.6	128.3	38.1	14.8	6.9	32.9	24.5	121.4	49.8	122.2
2014	103.9	147.5	246.7	82.7	68.7	7.2	1.8	0.0	39.8	65.3	62.5	191.3
2015	220.9	76.2	224.1	118.8	147.6	0.0	3.1	10.0	18.1	53.5	102.7	142.1
2016	124.8	169.3	106.8	83.9	4.9	14.0	0.0	5.6	48.3	122.5	14.9	169.3
2017	168.5	133.7	263.8	190.8	99.0	24.6	0.0	5.8	68.0	80.3	140.7	230.3
2018	149.8	75.8	253.0	122.7	48.9	31.4	4.5	0.0	65.7	175.8	163.8	139.4
2019	155.4	199.9	268.0	88.4	24.9	2.1		0.0	50.6	115.6		271.0
2020									11.1	63.5	70.0	169.1

2. Análisis de salto

ANALISIS DE SALTO				
PERIODO	N	X	S	S ²
1963-1992	270	63.51	59.95	3594.1
1993-2020	299	96.01	93.45	8732.8

3. Análisis de consistencia a la media

Sp =	79.340
Sd =	6.661
Tc =	4.88
$\alpha/2=$	0.025
Tt =	1.964
Tc > Tt	

X1 ≠ X2, estadísticamente

4. Análisis de consistencia a la desviación estándar

S2 > S1			
Fc =	2.43		
gln =	298		
gld =	269		
P =	0.95		
Ft =	1.22		
Fc > Ft			

S1² ≠ S2², estadísticamente

5. Corrección de la información

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1993	23.3	250.6	424.6	113.7	1.9	1.9	22.3	33.0	39.4	66.8	88.1	272.7
1994	177.5	184.6	136.8	109.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	21.2	107.6	49.9
1995	47.3	79.6	69.7	31.4	9.4	11.9	1.9	5.5	8.7	39.6	66.3	50.2
1996	93.8	81.4	91.6	128.8	39.5	1.9	1.9	4.8	28.9	115.9	46.7	40.5
1997	65.2	152.3	120.6	65.6	26.6	37.5	9.5	33.1	62.3	160.7	159.6	269.7
1998	228.6	224.1	318.8	68.8	22.7	30.7	1.9	29.5	52.0	146.3	90.1	83.3
1999		298.6	111.3	53.6	24.2		14.7	21.9	123.6	60.9	55.1	55.1
2000	38.7	75.0	50.8	68.9	26.0	1.9	1.9	29.1			52.1	43.7
2001	154.0	53.2					28.3					
2002						1.9	23.4			108.4	167.4	111.7
2003	19.1	43.8	111.7	60.9			1.9	1.9	29.7	39.5		
2004	39.4	61.6	70.3	23.3	33.9	8.5	19.4	2.9	38.5	82.4	93.1	60.7
2005	46.5	42.8	124.1	53.2	1.9	1.9	1.9	10.8	9.7	62.5	19.2	85.4
2006	74.9	56.6	137.8	58.8	12.1	12.7	1.9	11.8	49.7	77.5	78.6	84.4
2007	95.5	46.9	154.0	115.4	5.7	1.9	22.3	9.7	13.3	98.1	71.4	62.7
2008	91.3	93.5	101.0	63.6	14.3	16.9	1.9	5.5	48.9	117.1	56.3	
2009	150.1	156.3	193.2		36.0	19.9	22.6	50.1		92.2	71.7	106.4
2010	55.5	57.3	89.0	72.0	45.3	11.2	4.8	3.9	8.4	43.8	96.0	104.5
2011	72.3	47.8	94.7	98.7	14.5	1.9	11.0	4.9	33.7	30.3	54.6	109.0
2012	143.7	111.4	115.6	78.5	38.8	11.5	1.9	2.8	7.4	77.3	77.5	80.8
2013	59.4	99.4	130.0	84.2	26.4	11.4	6.3	23.0	17.6	79.8	33.9	80.3
2014	68.6	96.5	160.2	55.0	46.0	6.5	3.1	1.9	27.5	43.8	42.0	124.6
2015	143.6	50.8	145.7	78.1	96.6	1.9	3.9	8.3	13.5	36.2	67.8	93.1
2016	82.0	110.5	70.4	55.7	5.1	10.9	1.9	5.5	32.9	80.5	11.5	110.5
2017	110.0	87.7	171.2	124.3	65.4	17.7	1.9	5.6	45.5	53.4	92.2	149.7
2018	98.0	50.5	164.2	80.6	33.3	22.1	4.8	1.9	44.1	114.7	107.0	91.3
2019	101.6	130.2	173.8	58.6	17.9	3.3		1.9	34.4	76.1		175.8
2020									9.0	42.7	46.8	110.4

ANÁLISIS DE SALTO				
PERIODO	N	X	S	S ²
1963-1992	270	63.51	59.95	3594.1
1993-2020	299	63.51	59.94	3592.9

1. CONSISTENCIA DE LA MEDIA

Sp =	59.945			
Sd =	5.033			
Tc =	0.000			
$\alpha/2 =$	0.025			
Tt =	1.964			
Tc < Tt				
X1 = X2, estadísticamente				
OK				

6. Análisis de tendencias

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
r2 =	0.0001	0.0298	0.0013	0.0002	0.0179	0.0007	0.0044	0.0007	0.0121	0.0096	0.0380	0.0350
N =	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
Tc =	0.073	1.288	0.265	0.104	0.992	0.194	0.489	0.194	0.813	0.723	1.460	1.399
P =	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975
Tt =	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005	2.005
Desición	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt

Anexo D8: Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación Pomabamba.

1. Datos pluviométricos Pomabamba.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1989							22.5	42.7				19.4
1990	93.0	75.6	82.8	49.5	5.4	58.7	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	44.2
1991	71.3	53.8	47.9	61.2	27.1	2.0	0.0	0.0	0.0	62.3	0.0	
1992	32.5	30.0			2.1	13.5	22.2		17.9	45.2	2.9	54.0
1993	275.3	181.3	350.7	301.1	68.2	17.8			100.2	147.0	157.7	230.7
1994	239.7		242.3	244.2	162.0	6.0	0.0	0.0	17.0	26.8	37.3	269.5
1995	114.4	204.8	151.8	75.2	44.1	18.9	1.3	1.7	5.5	61.9	94.7	116.7
1996	115.4	171.9	127.7	63.6	7.8	4.2	0.0	14.6	52.8	179.2	105.7	110.1
1997	84.1	84.2	80.7	63.1	37.3	3.3	2.2	13.5	50.3	124.1	90.8	203.3
1998	211.8	215.0	191.7	118.7	5.3	22.8	11.7	0.0	13.4	217.3	68.4	81.7
1999	137.1	248.6	170.0	116.1	24.5	19.7	9.9	103.4	9.4	43.5	106.7	167.2
2000	104.9	265.8	206.9	25.5		12.0	16.0	19.0	40.7	6.6	121.3	179.3
2001	332.1			175.0			7.1	1.1	31.1	79.2	144.5	126.4
2002	111.4		207.5	80.5	11.9	7.2	29.7	0.0	16.4	155.9	137.6	129.8
2003	111.7	167.3	105.5	69.0	28.6	24.6	4.5	12.4	57.9	58.7	86.1	196.6
2004	107.2	110.2	85.8	37.4	29.8	11.5	14.1	6.9	79.0	113.5	100.5	121.5
2005	102.2	107.5		70.0	17.5	0.0	0.0	0.0	23.0	118.9	51.2	78.1
2006	94.7	80.6	167.3	130.8	14.2	0.0	0.0	1.5	48.5	86.3	98.7	156.4
2007	154.2	38.1	142.6	117.7	31.3	8.6	3.0		49.3	130.8	82.7	65.6
2008	103.2	132.1	84.4	107.4	15.1	32.6	16.4	13.1	58.0	201.4	53.6	99.2
2009	90.3	91.1	152.1	152.9	48.5	17.2	9.3	26.7	31.1	73.4	189.6	240.1
2010	160.1	174.5	200.0	75.1	33.4	15.5	0.0	8.0	25.5	81.4	126.9	131.7
2011	120.9	91.2	124.7	96.9	3.1	0.0		0.0	50.1	88.7		191.3
2012	159.9	131.0	159.1	183.0	50.4	16.5	1.6	11.6	19.3	94.2	123.9	133.7
2013	138.3	160.8	181.1	87.8	56.0	16.2	13.7	37.1	42.6	152.2	99.0	123.4
2014	115.0	207.3	172.2	84.8	92.3	0.0	6.2	0.0	63.2	91.8	74.4	220.1
2015	186.2	138.0	210.1	99.1	135.7	5.0	2.5	8.2	12.2	82.3	157.8	126.9
2016	140.0	195.4	177.0	122.1	12.8	11.5	0.0	0.0	28.8	160.4	92.8	184.3
2017	141.3	183.8	221.5	126.4	86.8	40.4	5.0	13.2	35.6	68.5	76.0	218.3
2018	163.0	148.0	201.9	107.3	49.4	17.2	9.2	19.1	46.6	158.9	151.7	115.3
2019	209.5	230.7	283.4	87.8	31.9	15.4	18.7	2.8	36.4	80.3	116.6	285.2
2020	98.6	159.4						0.0	35.0			

2. Análisis de salto

PERIODO	N	X	S	S ²
1989-1993	45	64.82	83.74	7012.5
1994-2020	305	87.14	72.32	5230.4

3. Análisis de consistencia a la media

Sp =	29.495
Sd =	4.710
Tc =	4.74
$\alpha/2=$	0.025
Tt =	1.97
Tc > Tt	
X1 ≠ X2, estadísticamente	

4. Análisis de consistencia a la desviación estándar

S2 > S1	
Fc =	1.341
gln =	44
gld =	304
P =	0.95
Ft =	1.416
Fc < Ft	
S1 ² = S2 ² , estadísticamente	

, la información es consistente a la desviación estándar.

5. Análisis de tendencias

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
r2 =	0.0001	0.0229	0.0392	0.0080	0.0011	0.1150	0.1090	0.0600	0.0189	0.0114	0.1164	0.0796
N =	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Tc =	0.055	0.839	1.106	0.492	0.182	1.974	1.916	1.384	0.760	0.588	1.988	1.611
P =	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975
Tt =	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042
Decisión	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt	Tc < Tt

, no existe tendencias.

Anexo D9:. Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación de Chavín.

1. Datos pluviométricos Chavin.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1986		94.5	60.5	103	19	3.7	16.6	13	70.76			
1987				56.3	9.8	10.8	17	16.2	45	38.7	94.5	85.9
1988	164.3	96.74	98.3	134.5	24.4	0	0	0	44.9	66.5	43.9	63.8
1989	79.4	103.5	118.6	66.1	18.8	20.3	3.7	18.3	55.8	96.2	48.4	28.7
1990	85.5	95.4	102.3	42.8	28.6	34.2	8.7	0	51.9	145.4	115.8	94.8
1991	107.5	88.3	188.2	44.8	23.3	4.1	2.8	0	31.9	75.5	83	44
1992	52.5	66.5	98.8	28.66	0	5.5	3.4	36.4	23.5	63.2	76.1	40.6
1993	120.9	128.1	188.6	124.9	21.1	7.9	11	13.9	69.5	86.6	160.9	183.1
1994	167.1	175.8	157.9	89.5	22.7	13.4	0	0	48.2	57.6	52.9	80.1
1995	112.2	98.5	152	75.5	53.1	22	1	0	35.7	87.7	75.5	142.2
1996	107.9	141.8	147.1	139.6	34	2.6	0	19.5	22.9	41.7	33.9	60.3
1997	85.9	125.7	61.3	20.9	12	5.9	1.4	13.4	41.3	52.2	101.3	111.4
1998	160.9	127.4	151.8	41.2	12.2	4.6	0	4.2	10.9	58.2	66.7	38.9
1999	118.3	239.2	113.8	98.3	34.8	13.7	5.7	3.6	70.1	51	92.5	93.5
2000	75.4	124.1	112.7	100.3	34.8	11.3	6.3	34.4	24.1	13.4	40.8	85.5
2001	124.6	63.6	133.4	37.1	38.3	5.5	5.1	6.9	35.1	76.6	99.1	90.4
2002	56.7	82.5	132.4	69.6	17.1	1.8	27.7	2.6	18.5	87.3	96.8	85
2003	44.5	63	104.6	51.8	25.8	7.1	1.9	15.3	15.2	29.9	57.9	147
2004	33.3	80.7	53.8	22.5	12.2	12.2	21.2	5	38.2	89.4	87	93.2
2005	57.8	74.87		37.4	21.6	1.9	0.8	4.1	15.4	80.6	39.8	95.5
2006	77.9	95.5	147.3	83.5	9.3	48.1	6.8	7.1	42	67.4	104	119.1
2007	87.11	30	132.1	103.8	22.2	0.9	6	6.9	18.5			
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014											34.1	73
2015	110.9	67.9	95	37	62.2	9.9	3.9	5.4	27.1	38.7	76.6	65.3
2016	27.4	81.7	57.7	52.1	9.4	2.9	2.7	6.8	20.7	64.2	17.9	63.7
2017	102	69.9					0.7	6.1	12	45.9	45.2	52.4

Fuente SENAMHI

2. Análisis de salto

PERIODO	N	X	S	S ²
1966- 2008	161	62.0	51.78	2681.6
2009 - 2019	126	49.7	39.09	1528.1

3. Análisis de consistencia a la media

Sp =	38.669
Sd =	4.599
Tc =	2.67
$\alpha/2=$	0.025
Tt =	1.97
Tc > Tt	

$X1 \neq X2$, estadísticamente

4. Análisis de consistencia a la desviación estándar

S2 > S1	
Fc =	1.75
gln =	160
gld =	125
P =	0.95
Ft =	1.32
Fc > Ft	

$S1^2 \neq S2^2$, estadísticamente

5. Corrección de la información

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2000	96.0	160.5	145.4	129.0	42.2	11.1	4.5	41.7	28.0	13.9	50.2	109.4
2001	161.2	80.4	172.8	45.3	46.9	3.4	2.9	5.3	42.6	97.6	127.4	115.9
2002	71.2	105.4	171.5	88.3	18.8	0.0	32.8	0.0	20.6	111.8	124.4	108.7
2003	55.1	79.6	134.7	64.7	30.3	5.5	0.0	16.4	16.3	35.7	72.8	190.9
2004	40.2	103.0	67.4	25.9	12.3	12.3	24.2	2.7	46.7	114.5	111.4	119.6
2005	72.7	95.3	0.0	45.7	24.7	0.0	0.0	1.6	16.5	102.9	48.8	122.6
2006	99.3	122.6	191.3	106.7	8.4	59.8	5.1	5.5	51.8	85.4	133.9	153.9
2007	111.5	35.9	171.1	133.6	25.5	0.0	4.1	5.3	20.6			
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014											41.3	92.8
2015	143.0	86.1	122.0	45.1	78.5	9.2	1.3	3.3	32.0	47.4	97.6	82.6
2016	32.4	104.3	72.6	65.1	8.6	0.0	0.0	5.1	23.5	81.2	19.8	80.5
2017	131.2	88.7						4.2	12.0	56.9	56.0	65.5

Sp =	38.617
Sd =	4.593
Tc =	0.02
$\alpha/2 =$	0.025
Tt =	1.97
Tc > Tt	

X1 = X2, estadísticamente , consistencia a la media.

6. Análisis de tendencias

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
r2 =	0.0398	0.0172	0.0555	0.0213	0.1009	0.00008	0.0161	0.0277	0.2276	0.0201	0.0091	0.0078
N =	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Tc =	1.152	0.748	1.371	0.835	1.895	0.051	0.724	0.955	3.071	0.810	0.542	0.502
P =	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975
Tt =	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037	2.037
	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc>Tt	Tc<Tt	Tc<Tt	Tc<Tt

Corregir la tendencia a la media en el mes de setiembre, con las ecuaciones de tendencia.

ENE	$y = -0.6831x + 115.96$
FEB	$y = -0.4621x + 115.71$
MAR	$y = -1.0551x + 132.02$
ABR	$y = -0.4688x + 81.309$
MAY	$y = 0.5121x + 17.759$
JUN	$y = -0.0099x + 10.689$

JUL	$y = -0.0917x + 7.4475$
AGO	$y = -0.1586x + 12.018$
SET	$y = -0.7506x + 49.083$
OCT	$y = -0.394x + 75.846$
NOV	$y = -0.2999x + 85.607$
DIC	$y = 0.326x + 87.735$

información sin tendencia

Anexo D10. Análisis estadístico de la precipitación promedio mensual de la estación de Yungay.

1. Información pluviométrica Yungay.

BP	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1953		70.0	158.0						0.0	14.3	29.1	29.7
1954	153.9	32.7	53.5		0.0	3.6	0.0	0.0	4.2	32.1	34.5	14.8
1955	118.2	151.5	34.4	26.1	3.6	0.0	0.0	0.0	3.0	12.5	5.9	2.4
1956	17.8	95.0		29.1	3.0	0.0	0.0	0.0	14.8	0.0		
1957		48.3	77.2	14.3	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	11.9	10.1
1958	7.4	53.0	207.3	74.8	2.4	0.0	0.0	0.0	3.6	2.4	3.6	
1959	3.0		37.4	101.0	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	23.8	53.9	73.1
1960	51.1	132.7	89.1	82.7	10.7	0.0	0.0	0.0	1.2	7.7	15.4	13.1
1961	71.9	5.9	121.2	82.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	8.9
1962	23.8		98.3	16.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	24.4	1.2
1963	21.4	45.1	180.0	71.9	29.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	19.0	59.4
1964	8.9	36.2	54.6	108.7	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	10.1	3.6	9.5
1965	17.2	20.2	115.2	19.6	4.8	0.0	0.0	0.0	10.7	0.0	6.5	35.4
1966	60.6	17.2	20.2	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	28.5	1.8	24.4
1967	38.0	108.7	154.4	1.2	5.4	0.0	7.7	0.0	0.0	58.8	1.8	1.2
1968	21.4	10.1	25.5		0.0	0.0	0.0	5.4	5.4	13.1	36.1	16.0
1969	8.9	22.0	82.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	23.2	
1970	39.8	20.8	51.7	46.2								
1971												
1972												
1973												
1974												
1975	47.6	62.5	187.8	30.4	9.1	0.0	0.0	11.5	9.1	3.0	3.0	15.8
1976	41.3	37.7	38.3	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		10.9
1977	49.3	72.3	133.0	24.3	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	24.3	54.6

1996	130.4	146.2	125.3	67.0	5.2	2.0	0.0	0.0	5.1	62.6	36.0	67.3
1997	46.5	167.3	9.7	24.9	6.2	0.0	0.0	0.0	7.6			
1998	10.5	191.4	163.6	72.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	44.0	13.6	43.6
1999												
2000												
2001												
2002	127.4	117.8	390.6	95.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	271.9	373.9	138.4
2003	213.4	135.0	135.4	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	20.6	142.5
2004	45.8	177.4	58.0	71.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	107.8	81.0	69.1
2005	39.5	93.9	179.5	64.7	2.0	0.0	0.0	0.0	13.8	22.0	0.0	113.0
2006	60.4	157.7	291.0	188.2	0.0	3.4	0.0	2.6	4.3	13.6	59.9	240.0
2007	78.3	27.3	474.2	182.9	38.4	0.0	0.0	3.1	5.5	75.3	78.8	46.2
2008	81.9	81.8	182.2	63.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.5	39.6	0.0
2009	162.8	91.9	158.1	71.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	127.7	73.5	40.2
2010	33.1	82.4	97.5	42.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	116.2	143.9
2011	93.9	1.9	137.3	183.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.1	222.7
2012	57.0	96.5	104.6	71.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	30.3	53.3	78.7
2013	0.0	95.8	163.0	19.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.9	0.0	62.7
2014	93.2	108.5	135.2	25.6	17.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	26.5	122.8
2015		78.3	175.3	20.3	41.1	0.0	0.0		0.0	23.1	22.0	

Fuente SENAMHI

2. Análisis de salto

PERIODO	N	X	S	S ²
1953-2007	332	37.8	63.38	4017.1
2008-2015	93	45.3	56.58	3201.3

3. Análisis de consistencia a la media

Sp =	61.965		
Sd =	7.270		
Tc =	1.02		
$\alpha/2=$	0.025		
Tt =	1.97		
Tc < Tt			
X1 \neq X2, estadísticamente con P=95%			

4. Análisis de consistencia a la desviación estándar

S2 > S1	
Fc =	0.80
gln =	92
gld =	331
P =	0.95
Ft =	1.30
Fc > Ft	
S1 ² ≠ S2 ² , estadísticamente	

5. Corrección de la información

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2008	78.9	78.8	191.3	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	78.4	31.5	0.0
2009	169.5	90.1	164.3	66.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	130.2	69.5	32.1
2010	24.2	79.4	96.4	34.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.3	148.3
2011	92.3	0.0	141.0	192.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	236.6
2012	50.9	95.2	104.3	67.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	46.9	75.3
2013	0.0	94.4	169.7	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.3	0.0	57.4
2014	91.5	108.6	138.5	15.8	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	124.7
2015		74.8	183.5	9.8	33.1	0.0	0.0		0.0	13.0	11.8	

PERIODO	N	X	S	S ²
1953-2007	332	37.8	63.4	4017.1
2008-2015	93	43.9	58.6	3439.3

ANÁLISIS DE CONSISTENCIAS

1. CONSISTENCIA DE LA MEDIA

Sp =	62.381
Sd =	7.319
Tc =	0.82
α/2 =	0.025
Tt =	1.97
Tc < Tt	

X1 = X2, estadísticamente con P=95% **OK**

6. Análisis de tendencias

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
r ² =	0.058	0.101	0.126	0.073	0.001	0.001	0.023	0.014	0.01	0.091	0.062	0.293
N =	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
T _c =	1.950	2.642	2.995	2.205	0.284	0.273	1.197	0.935	0.799	2.496	2.016	5.068
P =	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975
T _t =	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999	1.999
	T _c <T _t	T _c >T _t	T _c >T _t	T _c >T _t	T _c <T _t	T _c <T _t	T _c <T _t	T _c <T _t	T _c <T _t	T _c <T _t	T _c >T _t	T _c >T _t

Corregir los meses T_c>T_t con las siguientes ecuaciones de tendencia.

ENE	$y = 0.5185x + 39.816$		JUL	$y = -0.0113x + 0.6812$
FEB	$y = 0.6946x + 53.711$		AGO	$y = -0.0183x + 1.8678$
MAR	$y = 1.4832x + 75.912$		SET	$y = -0.023x + 4.4052$
ABR	$y = 0.6x + 32.158$		OCT	$y = 0.6573x + 6.5703$
MAY	$y = 0.0148x + 5.3784$		NOV	$y = 0.6417x + 11.479$
JUN	$y = 0.0033x + 0.5679$		DIC	$y = 1.3761x + 4.7589$

información sin tendencia.

Anexo D11: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de L. Turk

Método de L. Turk			
P = Precipitación total anual (mm/año)	1287.6	L = $300+25(T)+0.05(T)^3$	
D = Deficit de escurrimiento (mm/año)	713.64	D = $P/(0.9+P^2/L^2)^{(0.5)}$	
L = Coeficiente de temperatura	838.98	C = (P-D)/P	
T = Temperatura media anual (°C)	14.92		
C = Coeficiente de escurrimiento	0.45		

Anexo D12: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Coutagne.

Metodo de Coutagne					
			$D(m) = P \cdot \lambda \cdot P^2$		
T =	Temperatura media anual (°C)	14.92	$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14 \times T}$		
P =	Precipitación total anual (m/año)	1.2876			
			$\lambda = 0.35$		
			Condicion		
			se debe cumplir, de lo contrario usar:		
			$\frac{1}{8 \times \lambda} \leq P \leq \frac{1}{2 \times \lambda}$ $D(m) = 0.2 + 0.035 \times T$		
			1/8λ	P	1/2λ
			0.361	0.80	1.444
			entonces λ = 0.35		
			Tenemos		
			D(m) =	0.714	
			C =	0.45	

Anexo D13: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Keller

Metodo de Keller					
P =	Precipitacion (mm)	1287.6	$C = a - b/p$		
C =	Coeficiente de escorrentia				
a y b =	Coeficientes				
a =	0.95		a	0.88 a 1.00	recomienda el maximo para cuencas torrenciales
b =	360		b	350 a 460	cuencas torrenciales tomar valor minimo
C =	0.67				

Anexo 14: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Becerrill.

Metodo de Becerrill		$Q = \frac{B \times P^{3/2} \times A}{1000}$	
Q =	Aportacion (Hm3)		
P =	Precipitacion (mm)	1287.6	
A =	Area (km2)	15.2651	
B =	Coeficiente		
Coeficiente de escorrentia anual			
Regiones		B	
Muy seca		0.007	
Seca		0.01	
Medianamente humeda		0.012-0.014	
Lluviosa		0.013-0.016	
Muy lluviosa		0.018-0.020	
B =	0.013		
A =	15.2651436		
Q =	9.17		
C =	0.21		

Anexo D15: Calculo de coeficiente de escurrimiento anual por el Método de Nadal.

Metodo de Nadal						
K1	Factor de extension de la cuenca	2.600	$C = 0.25 \times K_1 \times K_2 \times K_3$			
K2	Factor de precipitacion anual	1.500				
K3	Factor de dependencia y permeabilidad del suelc	0.80				
C =	0.78					
		Area		Precipitacion		Características de la cuenca
		Km2	K1	mm	K2	K3
		10	2.6	200	0.25	Llana e impermeable 0.5 a 0.7
		20	2.45	300	0.5	
		40	2.15	400	0.75	
		100	1.8	500	1	Ondulada 0.70 a 1.20
		200	1.7	600	1.1	
		500	1.4	700	1.17	
		1000	1.3	800	1.25	Montañosa e impermeable 1.20 a 1.50
		5000	1	900	1.32	
		10000	0.9	1000	1.4	
		20000	0.87	1200	1.5	

Anexo D16: Coeficientes del polinomio para el cálculo de la precipitación efectiva.

Coef.	Curva I	Curva II	Curva III
a₀	-0.047000	-0.106500	-0.417700
a₁	0.009400	0.147700	0.379500
a₂	-0.000500	-0.002900	-0.010100
a₃	0.000020	0.000050	0.000200
a₄	-5.00E-08	-2.00E-07	-9.00E-07
a₅	2.00E-10	2.00E-10	1.00E-09
El rango de aplicación de los coeficientes de la ecuación Polinómica de la PE está comprendida para 0 < P < 250 mm			

Anexo D17: Coeficientes de gasto mensuales

$$B_i = B \cdot e^{-at}$$

Donde:

B_i = Coeficiente del gasto

B = Coeficiente del gasto correspondiente al primer mes de agotamiento

$i = 1$ a n , de acuerdo al periodo de estiaje.

a = Coeficiente de agotamiento

t = Número de días del mes.

El gasto de la retención (G_i) se calcula con la expresión:

$$G_i = \frac{B_i \times R}{\sum B_i}$$

Se calcula el abastecimiento de la retención con la expresión:

$$A_i = a_i \times R$$

$$a_i = \frac{PE_i}{PE_{total}}$$

Donde:

A_i = abastecimiento del mes i .

a_i = coeficientes de abastecimiento

R = retención de la unidad hidrográfica

i = mes del año, de 1 a 12

PE_i = precipitación efectiva del mes i

PE_{total} = precipitación efectiva total de la unidad hidrográfica

Anexo D18: Resultados de la regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente	0.965				
Coefficiente	0.932				
R ² ajuste	0.916				
Error típico	9.366				
Observaci	12.000				
ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libea</i>	<i>de cuadro</i>	<i>de los cu</i>	<i>F</i>	<i>or crítico de F</i>
Regresión	2	10739.43	5369.713	61.21896	5.75E-06
Residuos	9	789.4191	87.71323	0	0
Total	11	11528.84	0	0	0

Anexo D19: Calculo del coeficiente de correlación para el año promedio.

Qt	Qt-1	PE
61.4	64.0	81.4
69.4	61.4	79.4
97.2	69.4	97.2
78.6	97.2	53.8
18.4	78.6	5.8
9.1	18.4	2.7
4.9	9.1	1.6
4.4	4.9	2.7
7.0	4.4	6.2
45.3	7.0	44.9
33.7	45.3	36.2
64.0	33.7	81.5

Anexo D20: Valores de las constantes a y n según Cobertura Vegetal (Almorox et al., 2010)

Cobertura vegetal	a	n
Bosques de hoja ancha y coníferas	1.02	117
Bosques de coníferas y pastos altos	0.82	3.523
Pastos bajos y arbustos	0.65	19.260
Desiertos y arbustos	0.72	37.730

Anexo D21: Resultados de ensayos de laboratorio

LOCALIDAD : JAMBON

FECHA : Mayo del 2022

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

Calicata N°	C-01	C-02	C-03	C-04
Estructura	BOCATOMA	RESERVORIO N° 01	LINEA DE CONDUCCIÓN	RESERVORIO N° 02
Progresiva	0+000	0+565	1+005	1+052
Muestra	Mab-01	Mab-01	Mab-01	Mab-01
Profundidad (m)	2.50	1.80	1.50	1.80
PORCENTAJE ACOMULADO QUE PASA POR LA MALLA DE PORCION DE MATERIAMENOR DE 3"	3"	100.00	100.00	100.00
	2"	100.00	100.00	100.00
	1 ½"	75.86	94.35	94.14
	1"	62.71	75.39	84.21
	¾"	58.22	68.17	77.12
	¾"	49.77	52.61	61.14
	No 4	42.17	39.55	48.34
	No 10	35.86	27.98	37.33
	No 20	31.06	21.48	30.08
	No 40	27.74	16.92	25.88
	No 60	25.55	14.87	23.15
No 140	22.58	12.64	19.86	
No 200	22.14	12.18	19.40	18.90
Coef. Uniformidad	Cu.			
Coef. Concavidad	Cc.	-----	-----	-----
LIMITES DE	LL	27.25	30.00	26.20
CONSISTENCIA	L.P.	19.90	23.23	19.34
HUMEDAD NATURAL	I.P.	7.35	6.77	6.86
		14.36	14.91	15.12
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487	GC	GC-GM	GC-GM	GM
DESCRIPCIÓN	Grava arcillosa, con arenas y finos de regular plasticidad	Grava arcillosa limosa con arenas y finos de regular plasticidad	Grava arcillosa limosa con arenas y finos de regular plasticidad	Grava limosa, con arenas y finos sin plasticidad



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeotecnias.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

POZO	: C-01				
MUESTRA	: Mab-01				
PROFUNDIDAD (m)	: 2.50 mts.				
FRASCO N°					
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	157.32	146.02			
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	141.20	130.10			
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	16.12	15.92			
(4) Pfr (gr)	29.10	19.04			
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	112.10	111.06			
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	14.38	14.33			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	14.36 %				

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Reynaldo
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

GeoIngeniería S.A.C.

Ingeniería Civil Especializada
Laboratorio Geotécnico



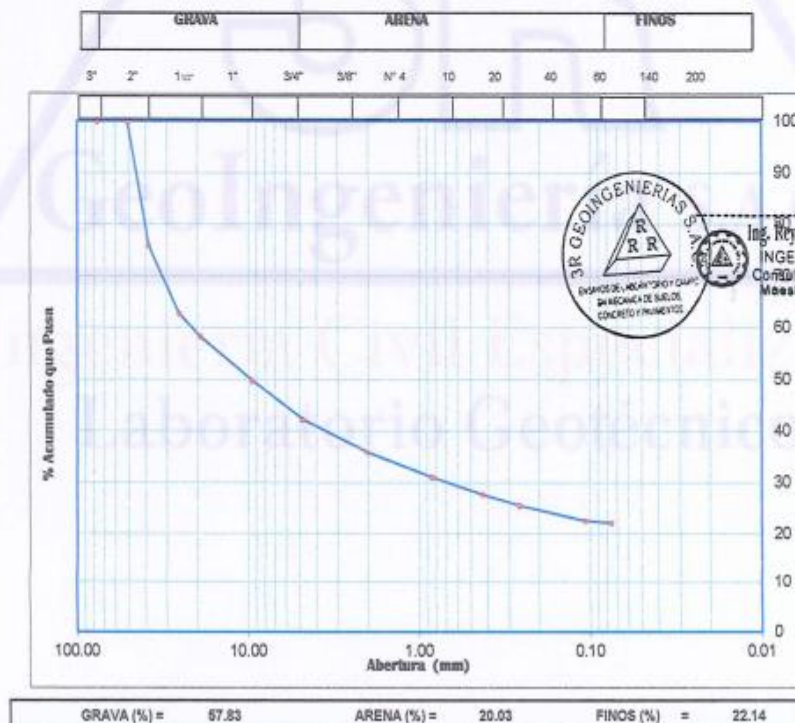
Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
CLASIFICACION ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 3060.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 22.14
PESO LAVADO SECO : 2385.00 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	738.60	24.14	24.14	75.86
1"	25.400	402.60	13.16	37.29	62.71
3/4"	19.050	137.20	4.48	41.78	58.22
3/8"	9.525	258.50	8.45	50.23	49.77
No 4	4.780	232.60	7.60	57.83	42.17
No 10	2.000	193.20	6.31	64.14	35.86
No 20	0.840	146.80	4.80	68.94	31.06
No 40	0.426	101.60	3.32	72.26	27.74
No 60	0.260	67.20	2.20	74.45	25.55
No 140	0.106	90.70	2.96	77.42	22.58
No 200	0.075	13.50	0.44	77.86	22.14
> No 200	0.000	2.50	0.08	77.94	22.06
TOTAL		2385.00	77.94		

Resumen de datos	
% que pasa Nº 3	100.00
% que pasa Nº 4	42.17
% que pasa Nº 200	22.14
L.L.	27.25
L.P.	19.90
I.P.	7.35
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Cu	-----
Cc	-----
w (%)	14.36
GRAVA (%)	57.83
ARENA (%)	20.03
FINOS (%)	22.14



Reyes
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



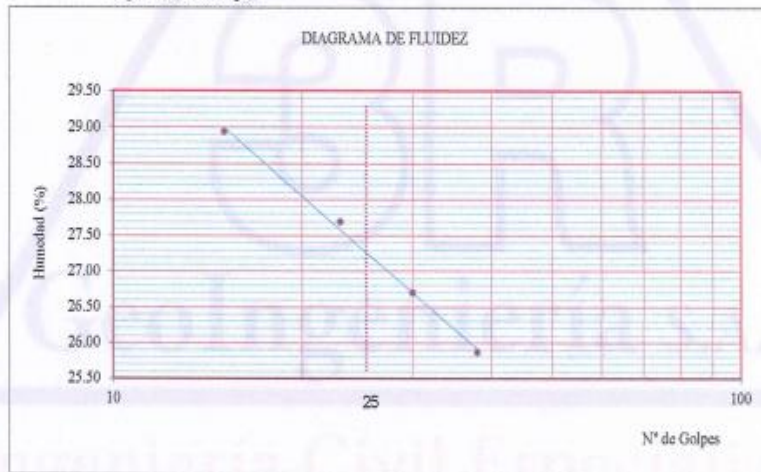
Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

LIMITE DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	LIQUIDO				PLASTICO		
Datos							
Frasco N°							
N. De golpes	15	23	30	38	1	2	3
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	50.45	50.97	48.29	50.89	19.00	20.57	20.92
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	45.88	46.29	44.04	46.62	17.95	19.49	19.61
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	4.57	4.68	4.25	4.27	1.05	1.08	1.31
(4) Pfr (gr)	30.09	29.39	28.12	30.11	12.72	14.08	12.95
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	15.79	16.90	15.92	16.51	5.23	5.41	6.66
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	28.94	27.69	26.70	25.86	20.08	19.96	19.67

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Limite Líquido (L.L.) = 27.25	Limite Plástico (L.P.) = 19.90	Índice Plasticidad (I.P.) = 7.35
-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------



Reynaldo
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Anexo D22: Calculo del coeficiente de Manning "n"

Datos:			
	n0:	Es un valor básico de "n" para un canal recto, uniforme y liso.	
	n1:	Es un valor agregado a n0 para corregir el efecto de irregularidades de superficie.	
	n2:	Es un valor para las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal.	
	n3:	Es un valor de corrección debido al grado de obstrucciones.	
	n4:	Es un valor de corrección por presencia de vegetación y condiciones de flujo.	
	n5:	Es un factor de corrección para los meandros.	
CONDICIÓN DEL CANAL		VALORES	
MATERIAL CONSIDERADO	Tierra	n0	0.030
	roca cortada		0.025
	grava fina		0.024
	grava gruesa		0.028
GRADO DE IRREGULARIDAD	liso	n1	0.000
	menor		0.005
	moderado		0.010
	severo		0.200
VARIACIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CANAL	gradual	n2	0.000
	ocasionalmente		0.005
	alternante		0.010 -0.015
	frecuentemente		
	alternante		
EFFECTIVO RELATIVO DE OBSTRUCCIONES	despreciable	n3	0.000
	menor		0.010 -0.015
	apreciable		0.020 -0.030
	severo		0.040 -0.060
VEGETACIÓN	baja	n4	0.005 -0.010
	media		0.010 -0.025
	alta		0.025 -0.050
	miy alta		0.050 -0.100
CANTIDAD DE MEANDROS	menor	n5	1.000
	apreciable		1.150
	severa		1.300

Fuente: Estructuras de captación, UNALM (1992)

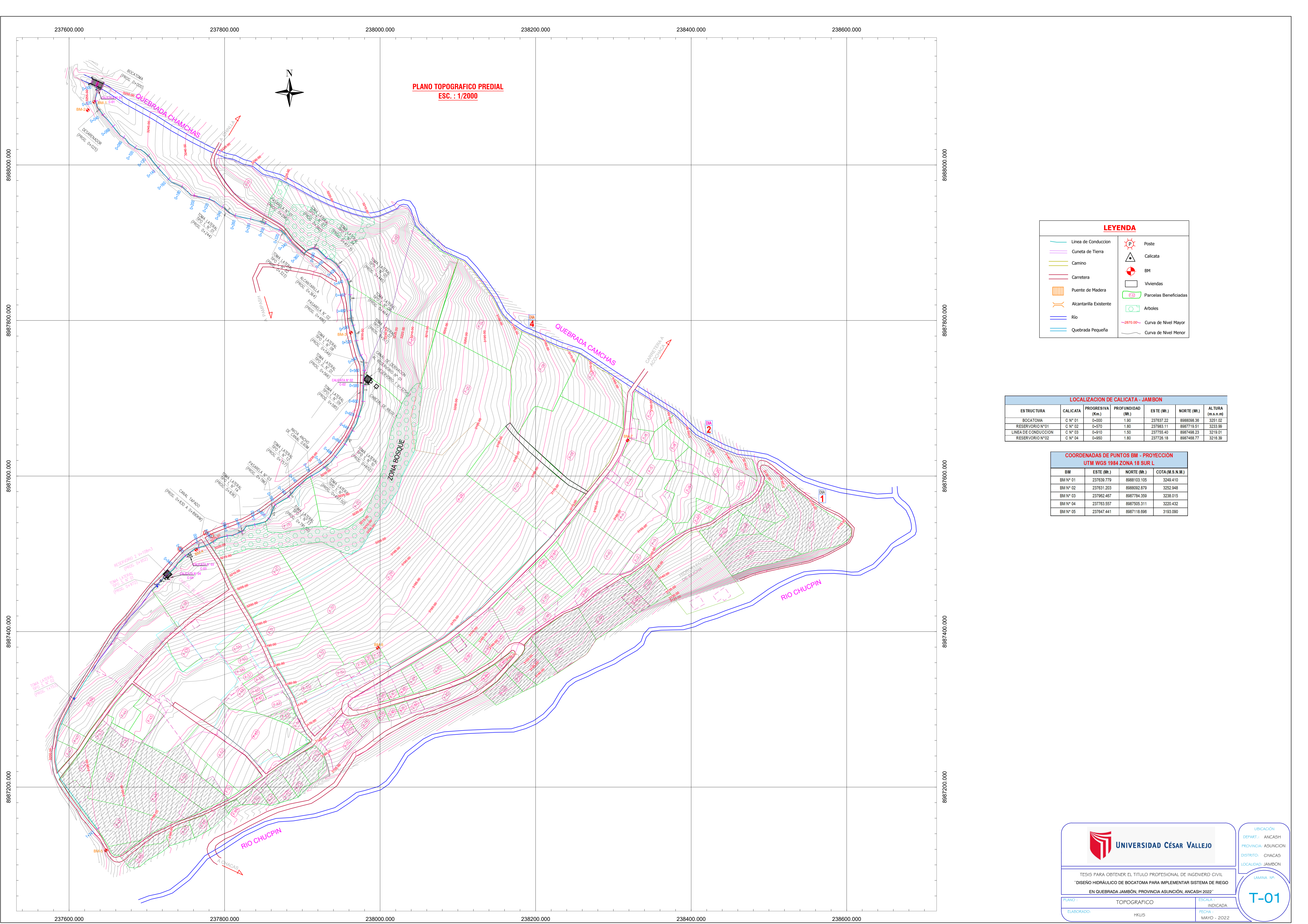
Anexo D23: Calculo del ancho estable del rio – Formula de Altunin

DATOS		
Q_{max} =	30.1500 m ³ /s	(maxima avenida)
Q_{dmax} =	27.14 m ³ /s	(90% Q_{max})
%S_{Rio} =	0.130 m/m	

1.3 Formula de Altuin	
$B = a * \frac{Q_{\max}^{0.5}}{S^{1/2}}$	S : Pendiente del Río
	a : cauce rocoso = 0.75
	a :
Zona de alta montaña, cauce rocoso	0.50
Zona de montaña, cauce con boleos, cantos rodados y guijarros, corriente rapida	0.75
Zonas de faldas de la montaña, cauce formado por guijarros, gravas y arena, corriente tranquila	0.9
B= 11.42	

Anexo D24: Coeficiente "k" de acuerdo con el ángulo de inclinación

β (grados)	K
5	0.952
6	0.944
8	0.927
10	0.910
12	0.894
14	0.879
16	0.865
18	0.851
20	0.837
22	0.825
24	0.812
26	0.800
28	0.789
30	0.778
32	0.767
35	0.752



PLANO TOPOGRAFICO PREDIAL
ESC. : 1/2000



LEYENDA

	Línea de Conduccion		Poste
	Cuneta de Tierra		Calicata
	Camino		BM
	Carretera		Viviendas
	Puente de Madera		Parcelas Beneficiadas
	Alcantarilla Existente		Arboles
	Rio		Curva de Nivel Mayor
	Quebrada Pequeña		Curva de Nivel Menor

LOCALIZACION DE CALICATA - JAMBON

ESTRUCTURA	CALICATA	PROGRESIVA (Km.)	PROFUNDIDAD (Ml.)	ESTE (Ml.)	NORTE (Ml.)	ALTURA (m.s.n.m.)
BOCATOMA	C N° 01	0+300	1.80	237637.22	8988098.38	3251.02
RESERVOIRIO N°01	C N° 02	0+570	1.80	237983.11	8987719.51	3233.99
LÍNEA DE CONDUCCION	C N° 03	0+910	1.50	237755.40	8987498.23	3219.01
RESERVOIRIO N°02	C N° 04	0+950	1.80	237728.18	8987498.77	3218.39

COORDENADAS DE PUNTOS BM - PROYECCION UTM WGS 1984 ZONA 18 SUR L

BM	ESTE (Ml.)	NORTE (Ml.)	COTA (M.S.N.M.)
BM N° 01	237638.779	8988103.105	3249.410
BM N° 02	237631.203	8988092.879	3252.948
BM N° 03	237982.487	8987784.359	3238.015
BM N° 04	237783.557	8987505.311	3220.432
BM N° 05	237647.441	8987118.896	3183.090



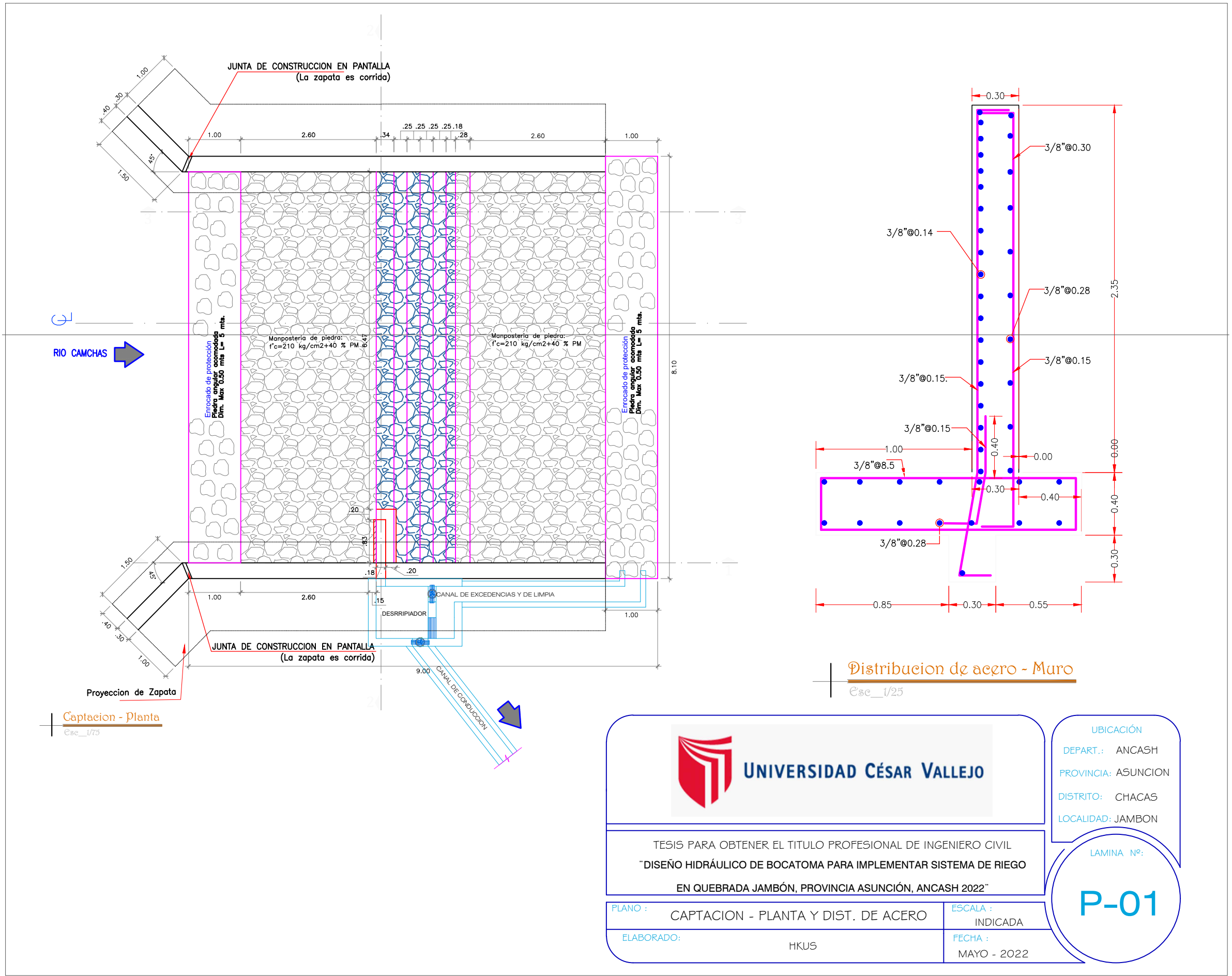
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UBICACIÓN
 DEPART.: ANCASH
 PROVINCIA: ASUNCION
 DISTRITO: CHACAS
 LOCALIDAD: JAMBON

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
 "DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO
 EN QUEBRADA JAMBÓN, PROVINCIA ASUNCION, ANCASH 2022"

LÁMINA N°:
T-01

PLANO: TOPOGRAFICO
 ELABORADO: HKJ5
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: MAYO - 2022



Captacion - Planta
Esc_1/75



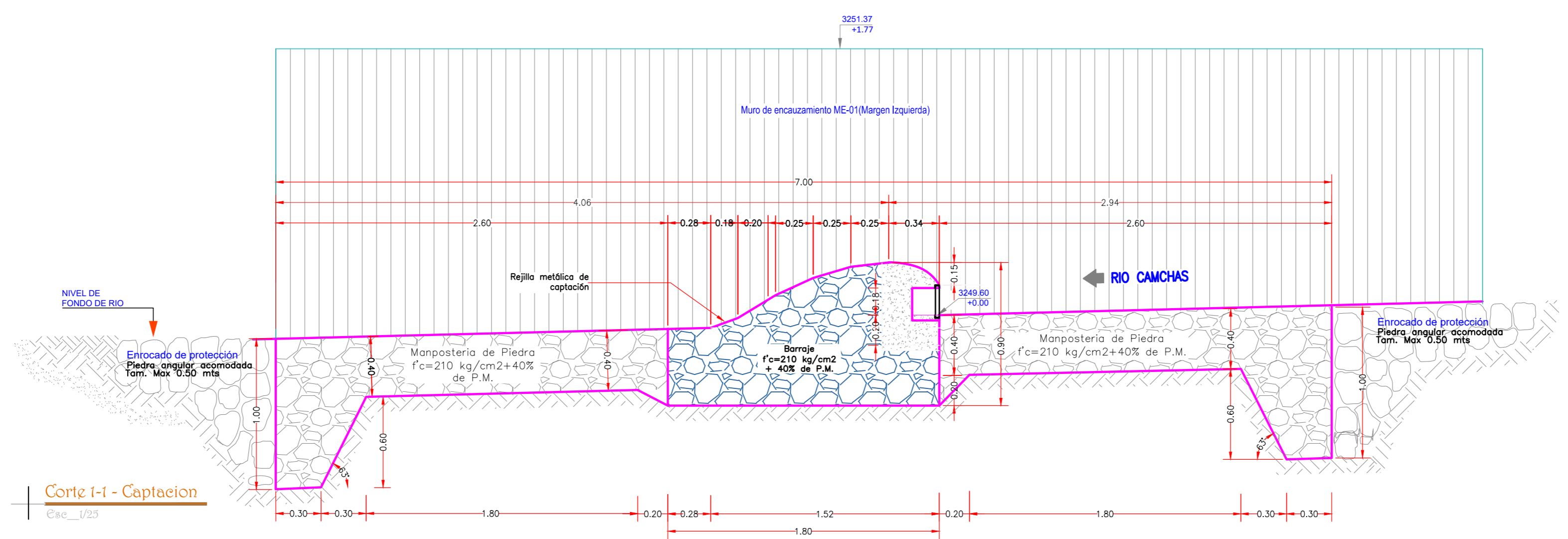
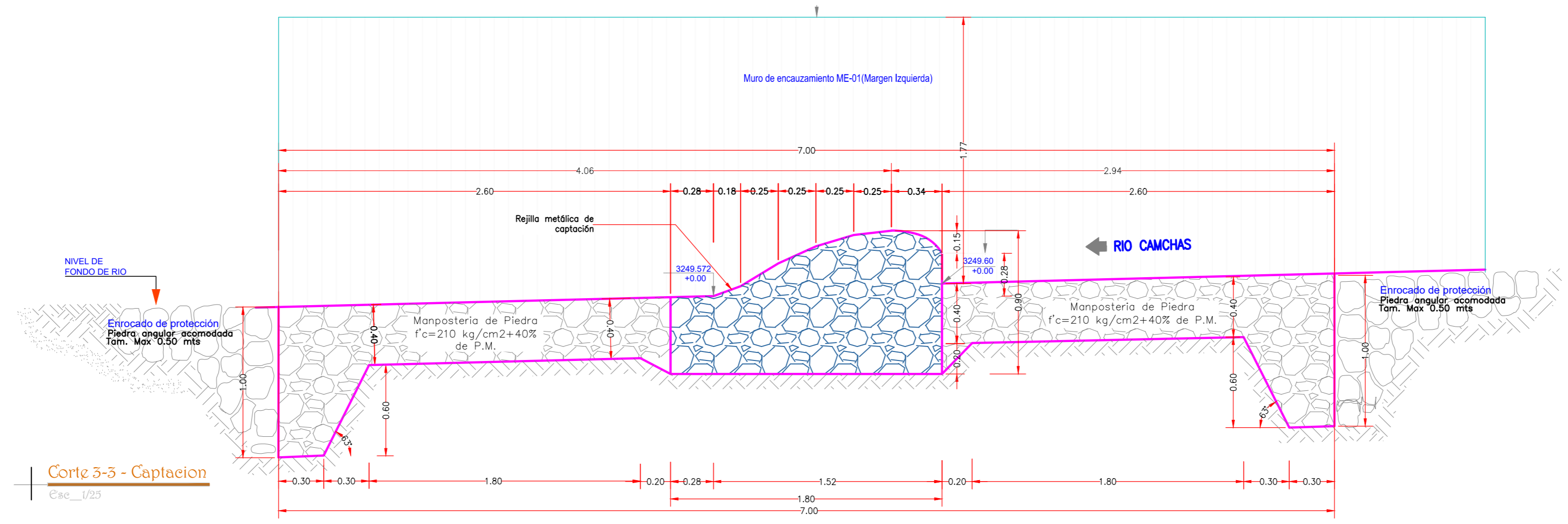
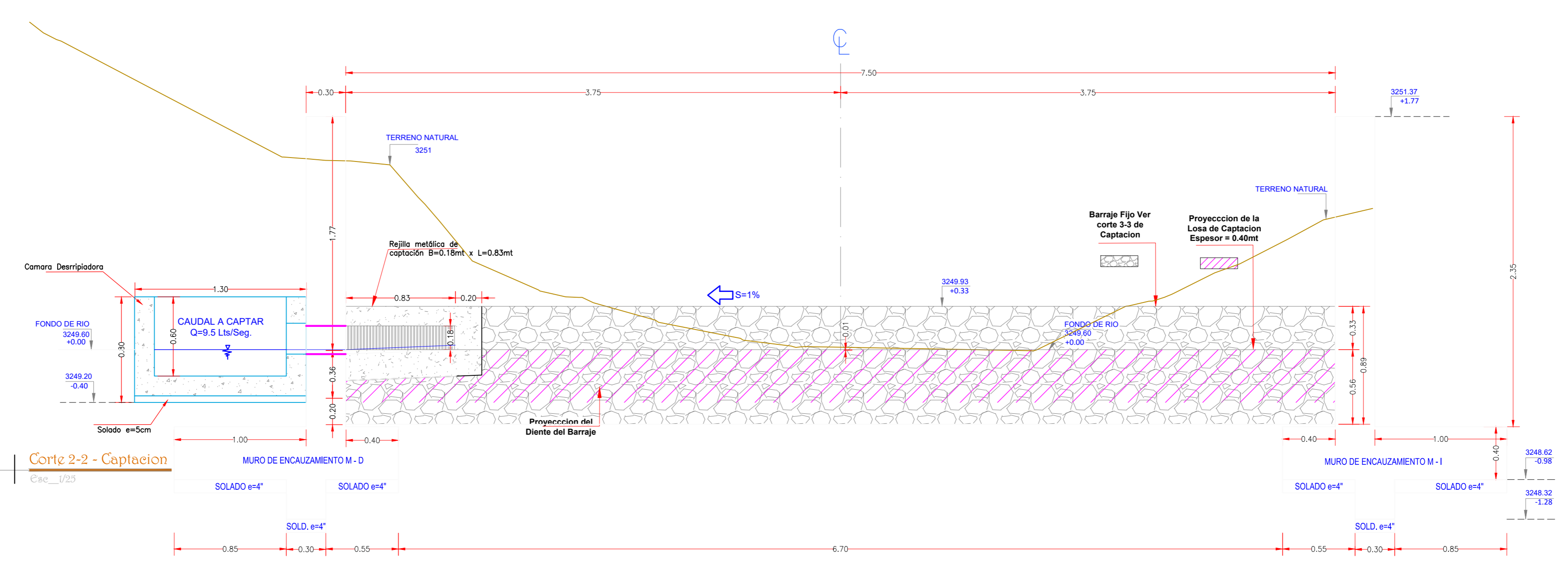
TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
"DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO
EN QUEBRADA JAMBÓN, PROVINCIA ASUNCIÓN, ANCASH 2022"

PLANO : CAPTACION - PLANTA Y DIST. DE ACERO
ELABORADO: HKUS

ESCALA : INDICADA
FECHA : MAYO - 2022

UBICACIÓN
DEPART.: ANCASH
PROVINCIA: ASUNCIÓN
DISTRITO: CHACAS
LOCALIDAD: JAMBÓN

LAMINA Nº:
P-01



ESPECIFICACIONES TECNICAS COMPUERTA CM-01 y CM-02

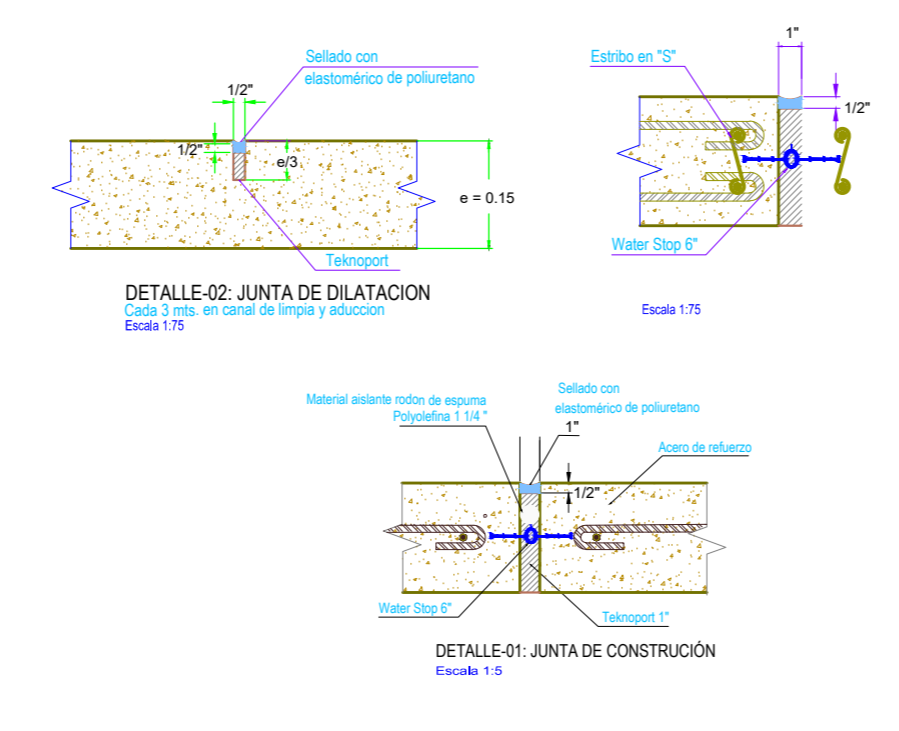
PERFILES LAMINADOS EN CALIENTE	ASTM A-36
ACERO ESTRUCTURAL	ASTM A-27
PLANCHAS DE ACERO	ASTM A-490
FUNDICION DE ACERO	ASTM A-36
ANCLAJE	ASTM A-304
PERNOS DE ACERO INOXIDABLE	ASTM A-304
VASTAGO DE ACERO	ASTM A-304
VARRILLAS DE ANCLAJE - ACERO ESTRUCTURAL	ASTM B-1.44

PRENSION DEL PASADOR (Combinado de bronce, pernos en general) AISI D1-1
SOLDADURA DE PROCEDIMIENTOS AWS E-7018
NIPRENO SOBRE A 60°
CONCRETO DE 2da. FASE CON ADITIVO PARA FIJACION DE ANCLAJE Y PLATINA
VASTAGO ROSCADO # HILOS POR TULCADA
LA LONGITUD DEL ROSCADO DEL VASTAGO DEBE TENER RELACION CON LA ALTURA (h) DE LA ABERTURA DE LA TOMA.

TRATAMIENTO SUPERFICIAL
ARENADO AL METAL BLANCO SEGUN SSPC-SP-8
PINTURA BASE : ANTICORROSION RICA EN ZINC, ESPESOR DE CAPA EN SECO 2 mm.
COLOR OPCIONAL
ACABADO : CONTAR EPONICO C-200, ESPESOR DE CAPA EN SECO 1.6 mm.
COLOR AMARILLO SEGURIDAD.

ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	MARCO DE COMPUERTA	ASTM A-36	PL. 3/16"
2	VASTAGO DE IZAJE	SAE 1045	ROSCA ACME 4 HILOS/PULGADA

COMPUERTAS METALICAS - DIMENSIONES						
TIPO	h1(m)	h2(m)	h3(m)	h4(m)	h5(m)	h6(m)
CM-01	0.35	0.65	0.20	0.85	0.30	0.40
CM-02	0.35	0.65	0.20	0.70	0.30	0.40



TRASLAPES Y EMPALMES		LOSAS Y VIGAS	
Ø	LOSAS VIGAS (cm)	LOSAS Y VIGAS	
Ø 6 mm	0.30		
Ø 8 mm	0.40	0.30	
Ø 1/2"	0.50	0.40	
Ø 5/8"	0.60	0.50	

NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN

Ø	L	Rmax
1/4"	10 cm	7.5 cm
3/8"	15 cm	11.25 cm

CUADRO DE GANCHOS STANDARD EN VARRILLAS DE FIERRO CORRUGADAS	
Ø	Ganchos
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35

NOTA: EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL EN VIGAS Y LOSAS DE CIMENTACION COLUMNAS Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS STANDARD LOS CUALES SE ALINEARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UBICACION
DEPART.: ANCASH
PROVINCIA: ASUNCION
DISTRITO: CHACAS
LOCALIDAD: JAMBON

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
"DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO EN QUEBRADA, JAMBÓN, PROVINCIA ASUNCION, ANCASH 2022"

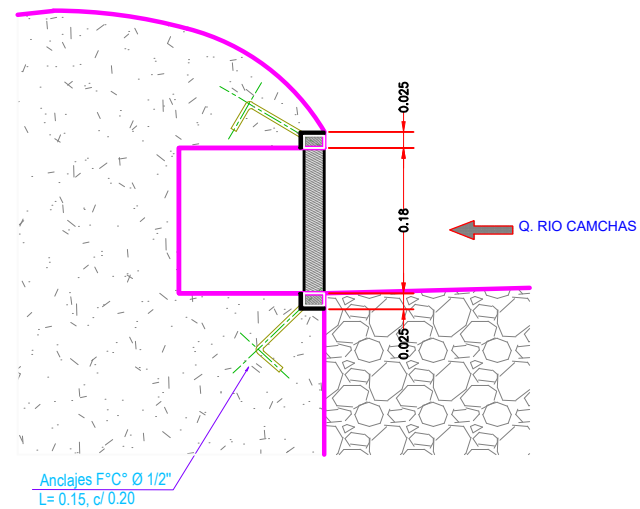
PLANO : CAPTACION TIROLESA - CORTES

ELABORADO: HKUS

ESCALA : INDICADA

FECHA : MAYO - 2022

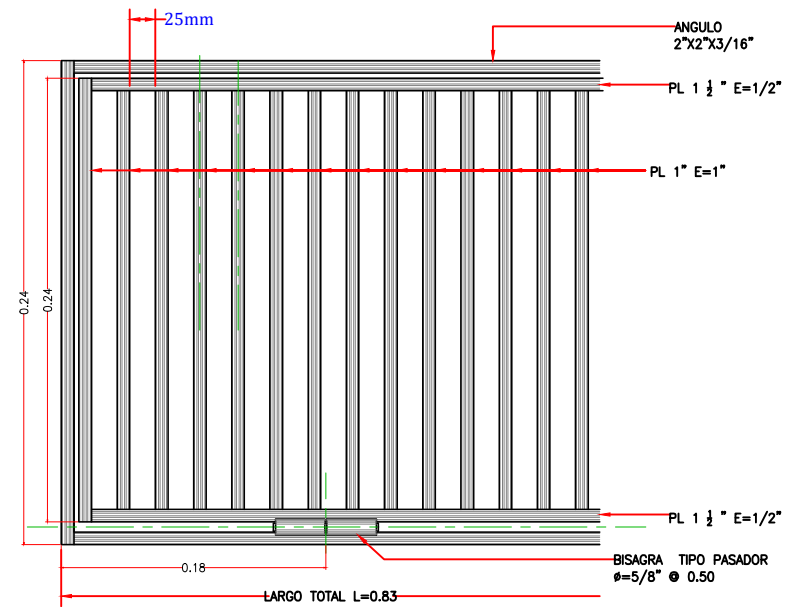
LAMINA Nº:
P-02



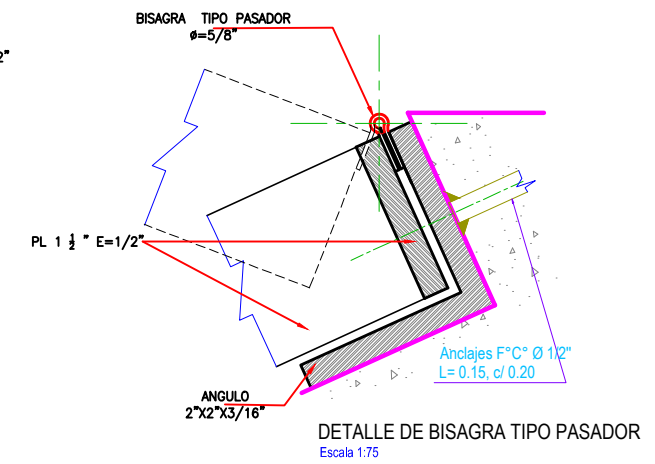
DET-03: REJILLA DE CAPTACION
Escala 1:75

FORMATO A1

ESCALA 1/50



REJILLA METALICA DE CAPTACION: PLANTA
Escala 1:75



DETALLE DE BISAGRA TIPO PASADOR
Escala 1:75



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

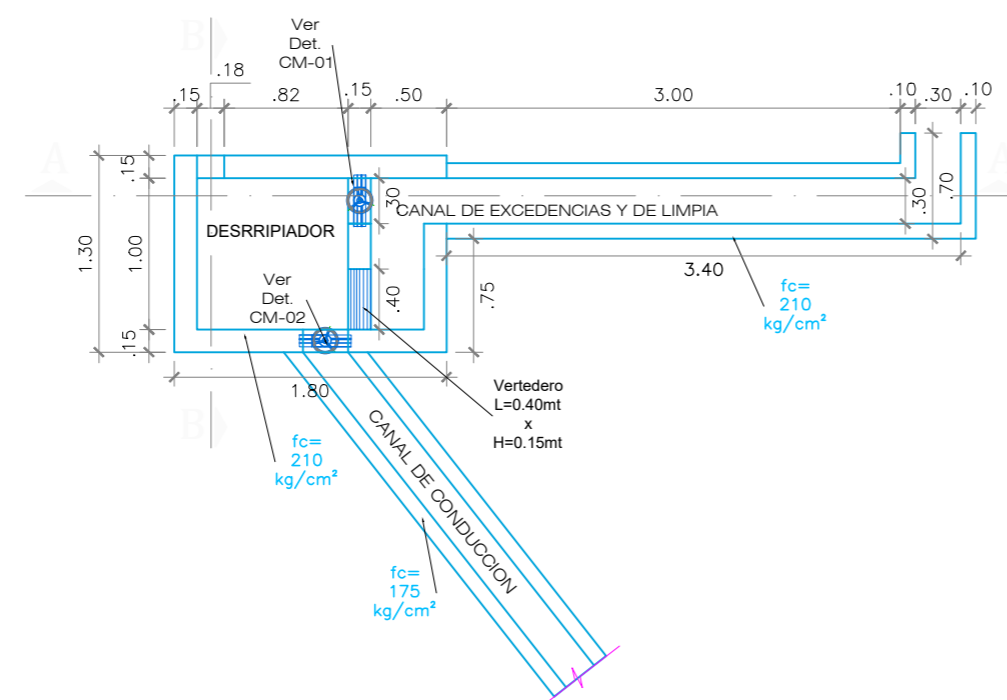
TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
"DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO
EN QUEBRADA JAMBÓN, PROVINCIA ASUNCIÓN, ANCASH 2022"

PLANO :	CAPTACION - REJILLA	ESCALA :	INDICADA
ELABORADO:	HKUS	FECHA :	MAYO - 2022

UBICACIÓN
DEPART.: ANCASH
PROVINCIA: ASUNCION
DISTRITO: CHACAS
LOCALIDAD: JAMBON

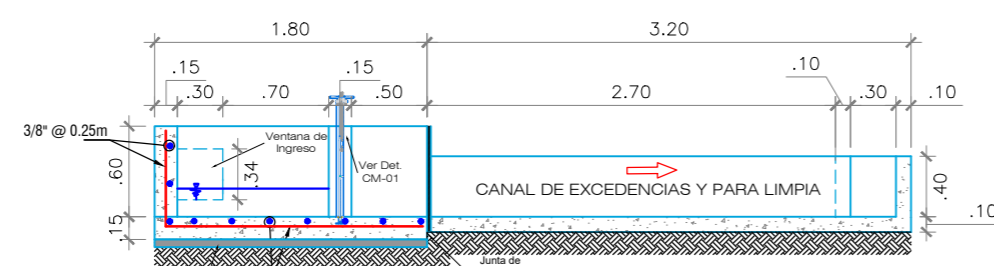
LAMINA Nº:

P-04



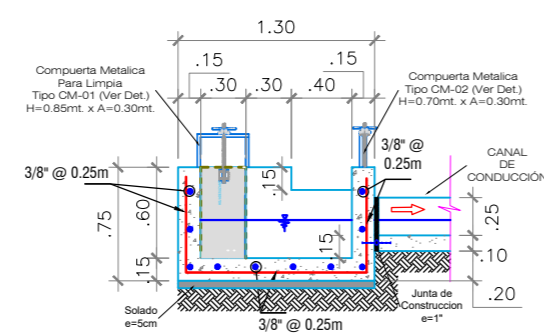
Planta - Deslamiador y Canal de Excedencias

Esc: 1/50



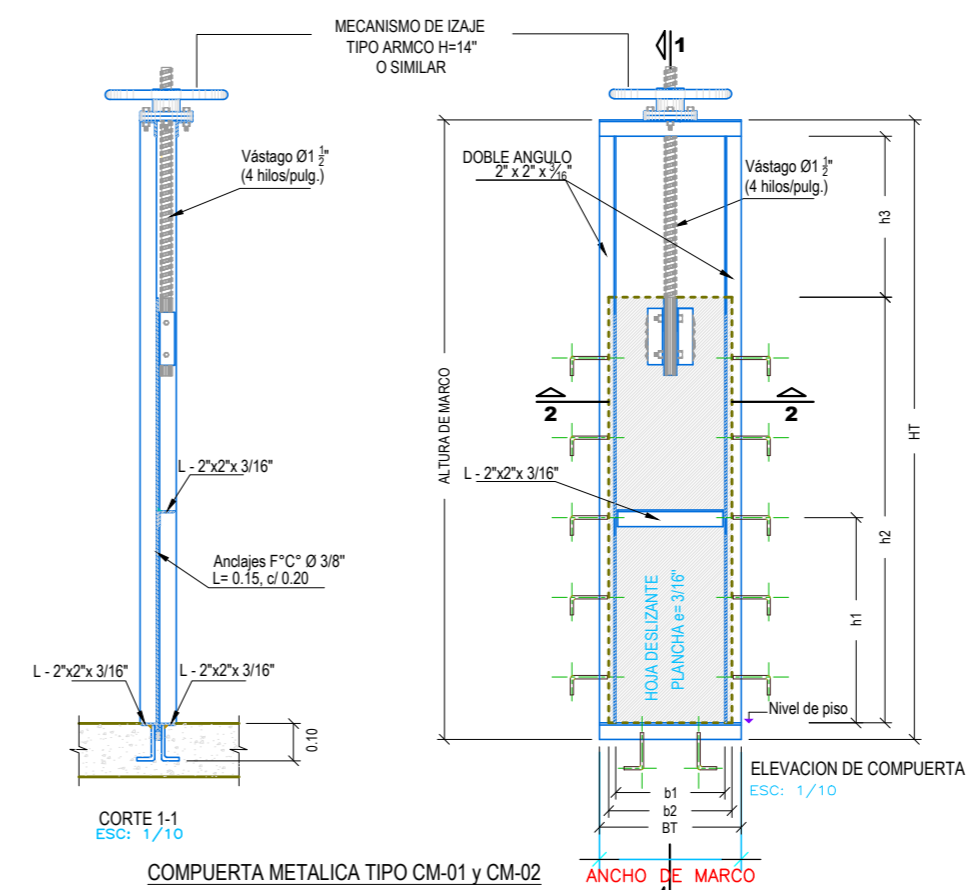
Corte A-A - Deslamiador y Canal de Excedencias

Esc: 1/50

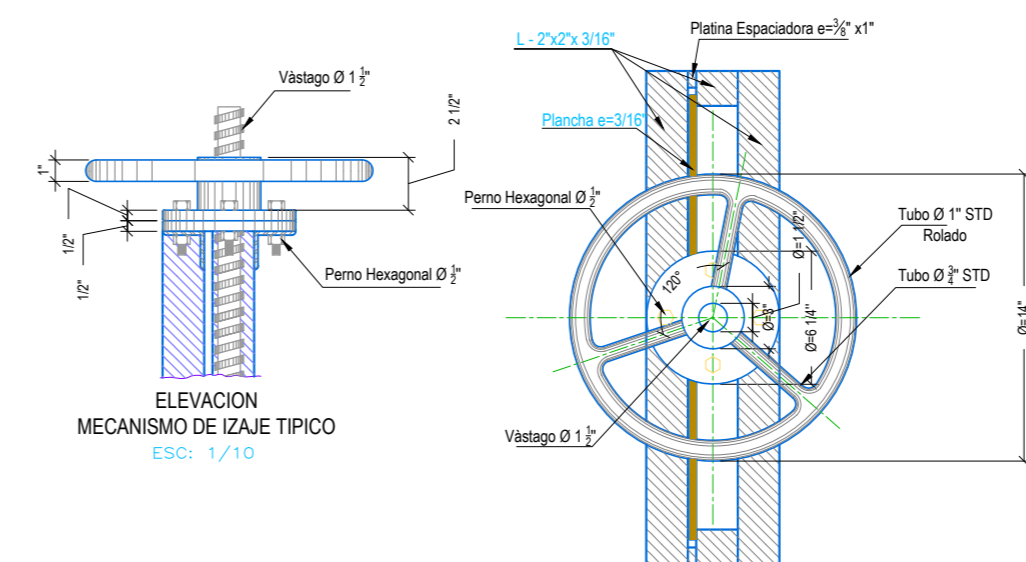


Corte B-B - Deslamiador

Esc: 1/50



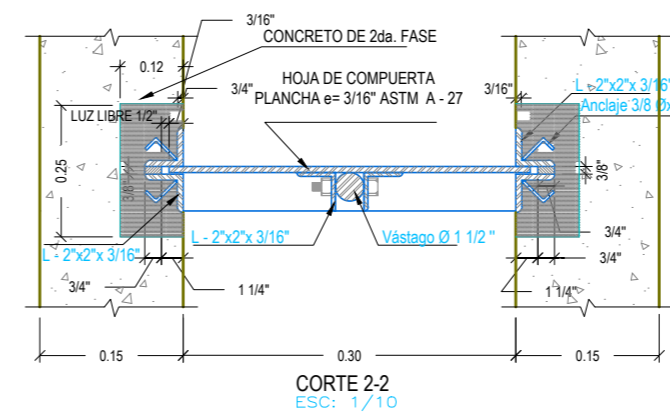
COMPUERTA METALICA TIPO CM-01 y CM-02



ELEVACION MECANISMO DE IZAJE TÍPICO

Esc: 1/10

PLANTA DE LA BASE MECANISMO DE IZAJE TÍPICO



CORTE 2-2

Esc: 1/10



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
"DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO
EN QUEBRADA JAMBÓN, PROVINCIA ASUNCIÓN, ANCASH 2022"

FLANO: ANEXO E: DESRIPIADOR - PLANTA Y DETALLES

ELABORADO: HKUS

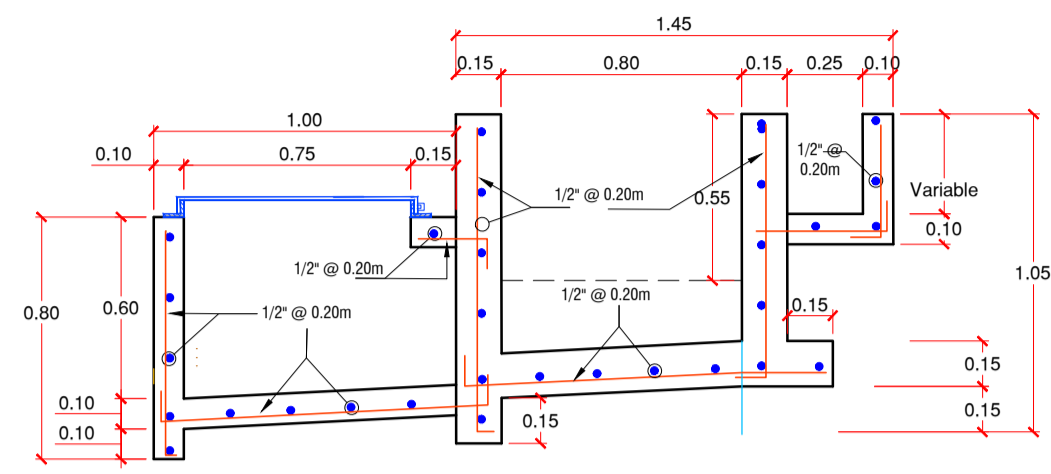
ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO - 2022

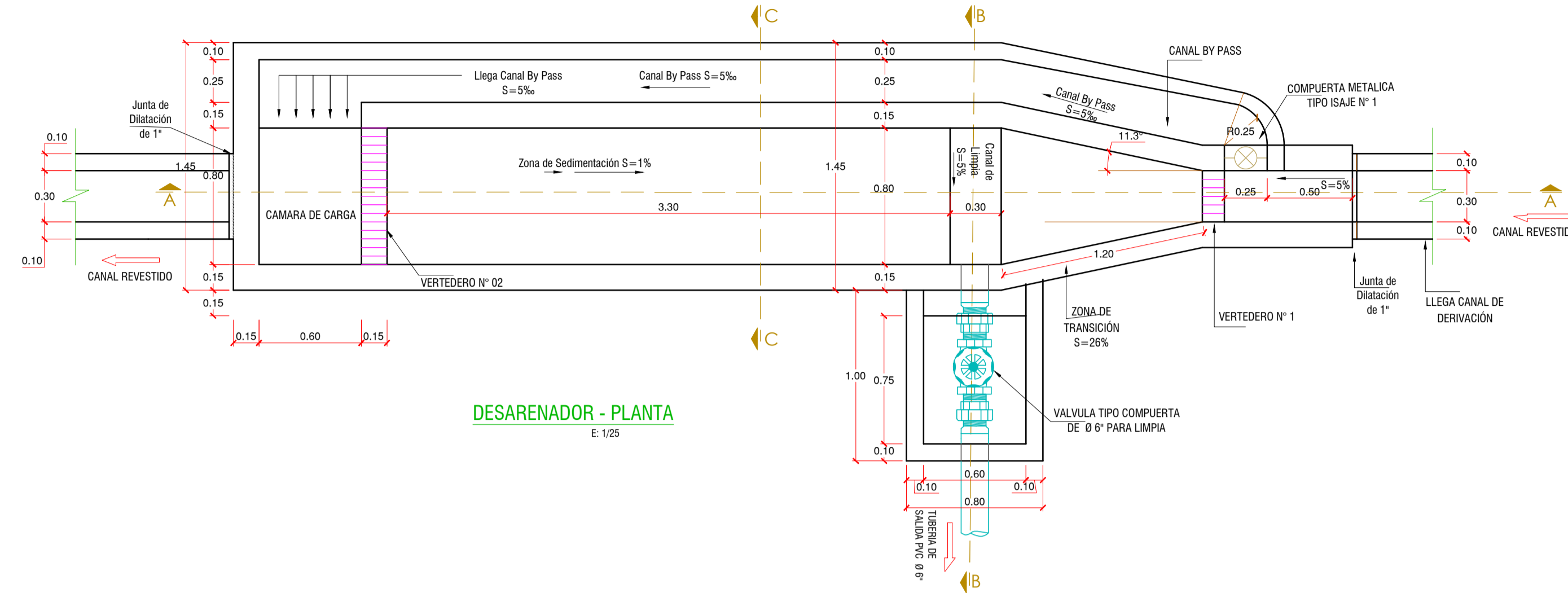
UBICACIÓN
DEPART.: ANCASH
PROVINCIA: ASUNCIÓN
DISTRITO: CHACAS
LOCALIDAD: JAMBÓN

LAMINA Nº:

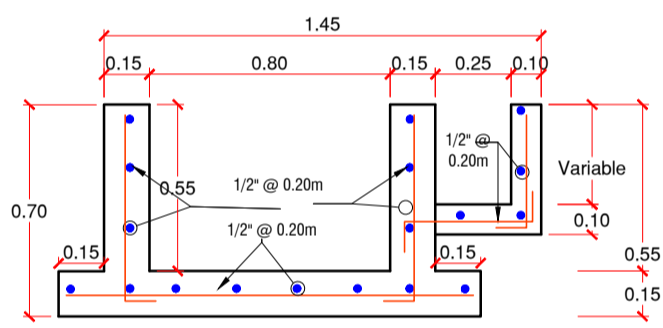
P-03



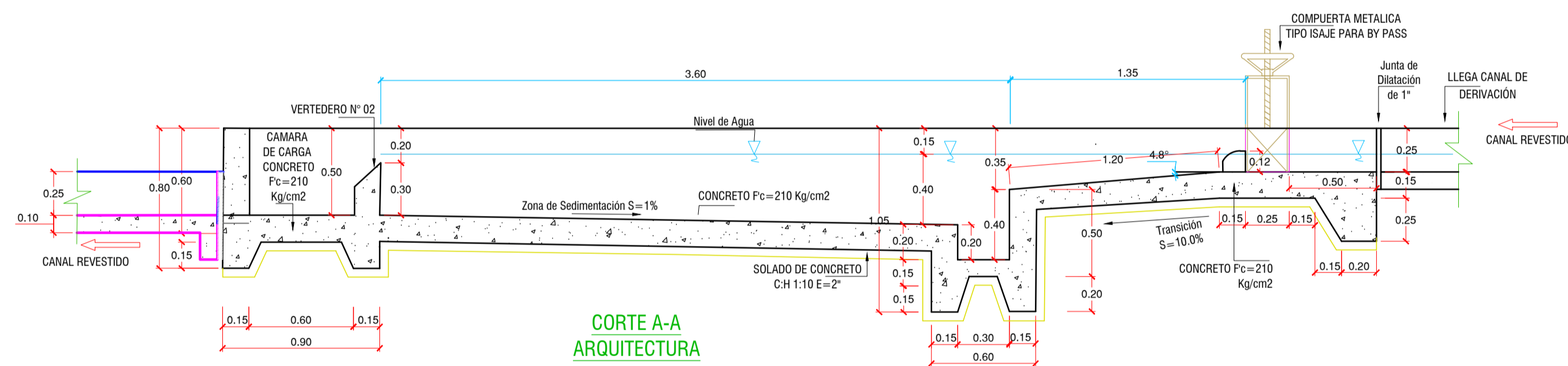
**CORTE B-B
ACERO**
E: 1/25



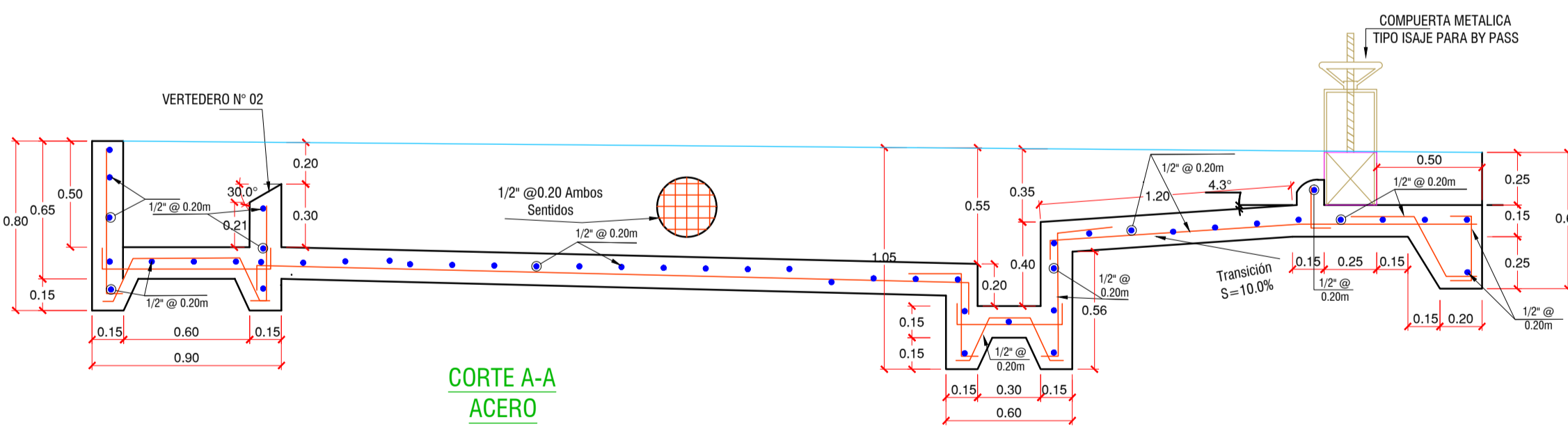
DESARENADOR - PLANTA
E: 1/25



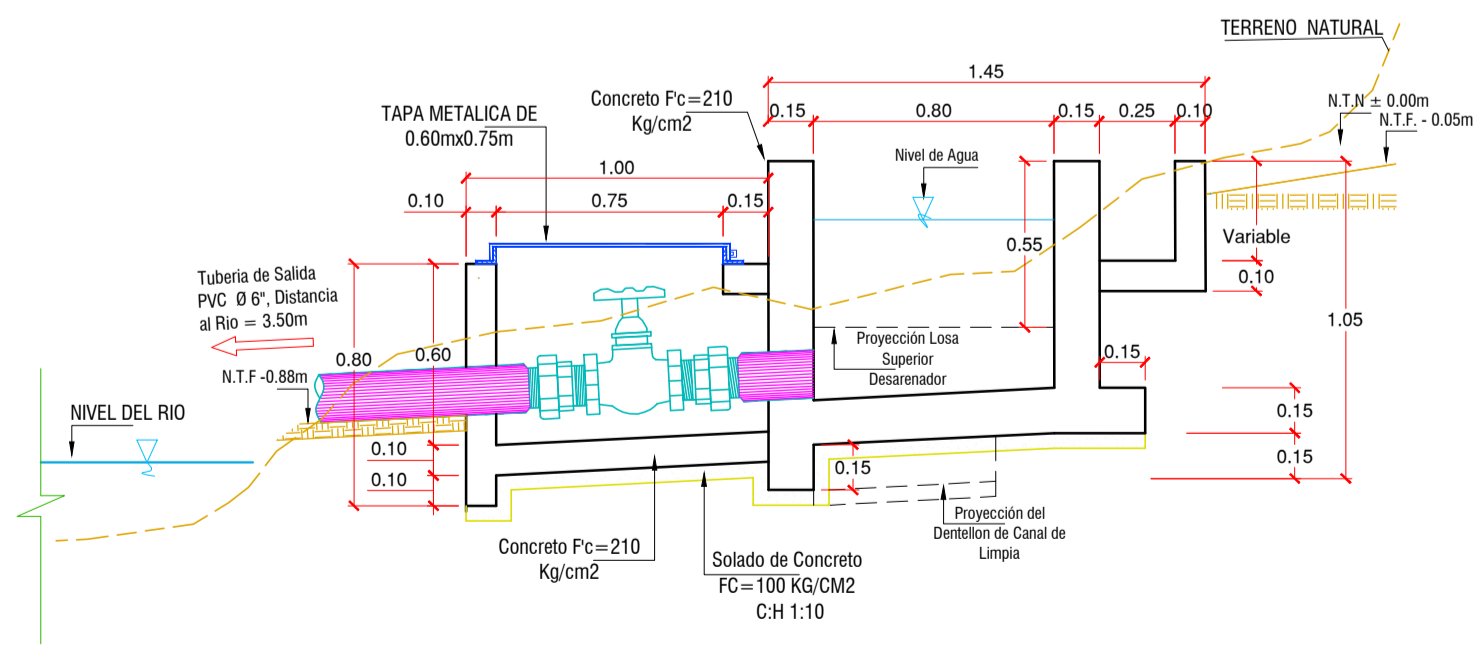
**CORTE C-C
ACERO**
E: 1/25



**CORTE A-A
ARQUITECTURA**
E: 1/25



**CORTE A-A
ACERO**
E: 1/25



**CORTE B-B
ARQUITECTURA**
E: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

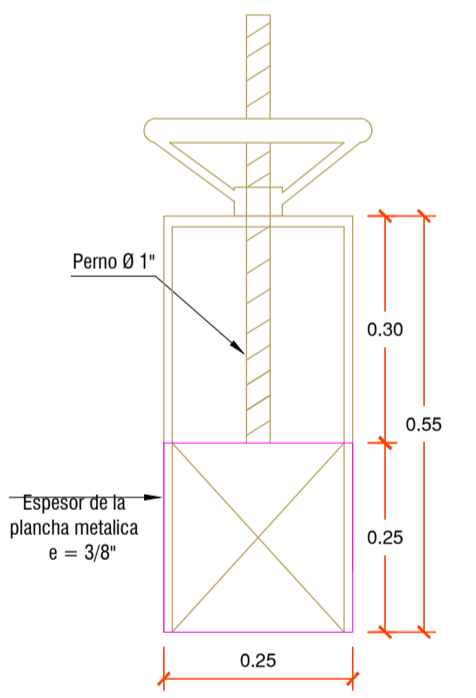
- A- MATERIALES:
 - Concreto :
 - Solados de 2": 1:10
 - Sedimentador: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - Caja de Valvulas: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - Acero:
 - Grado 60 - $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- B- TIEMPO DE DESECCIONADO:
 - Sedimentador: 15 días
 - Funcionamiento: 28 días
- C- RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS (LIBRES):
 - Sedimentador
 - Muros: 5.0 cm.
 - Losa superior: 4.0 cm.
 - Losa inferior: 5.0 cm.
 - Otros: 2.5 cm.
 - Caja de Valvulas
 - Muro y losa: 2.5 cm.
- D- ENLUCIDOS
 - Se impermeabilizará el interior del Sedimentador y Caja de Valvulas con SIKÁ 1, en una mezcla 1:1x1.5cm.
 - El exterior será tarrajado con una mezcla 1:5x1.5cm.
- E- NORMAS Y REGLAMENTOS:
 - Norma E-020 "Cargas"
 - Norma E-030 "Diseño Sismorresistente"
 - Norma E-050 "Suelos y Cimentaciones"
 - Norma E-060 "Concreto Armado"
 - REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

LONGITUDES MÍNIMAS DE EMPALMES POR TRASLAPE:

BARRA	COLUMNAS	LOSAS Y VIGAS
3/8 "	300 mm	400 mm
1/2 "	400 mm	500 mm
5/8 "	500 mm	600 mm
3/4 "	600 mm	700 mm

GANCHO ESTANDAR:	DIÁMETRO MÍNIMO DE DOBLADO (D)
3/8 "	60 mm
1/2 "	80 mm
5/8 "	100 mm
3/4 "	115 mm

GANCHO ESTANDAR:	LONGITUD MÍNIMO DE DOBLEZ (L)
3/8 "	90° 180°
1/2 "	60 mm 65 mm
5/8 "	80 mm 65 mm
3/4 "	100 mm 65 mm
3/4 "	115 mm 80 mm



COMPUERTA METALICA TIPO ISAJE N° 1 - DETALLE
E: 1/10

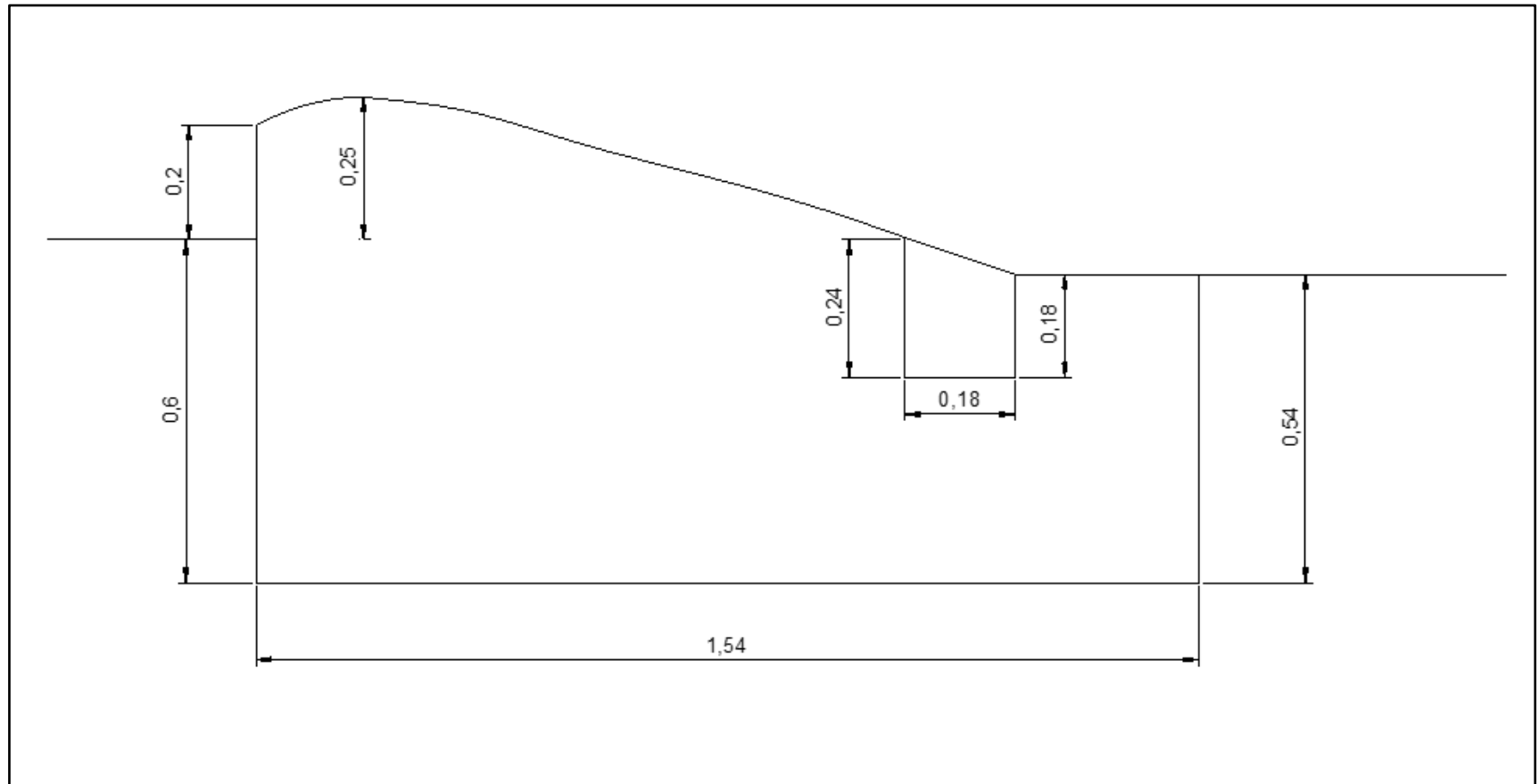
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROYECTO DE TESIS:
DISEÑO HIDRÁULICO DE BOCATOMA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO EN QUEBRADA JAMBON-PROVINCIA DE ASUNCION-ANCASH 2022"

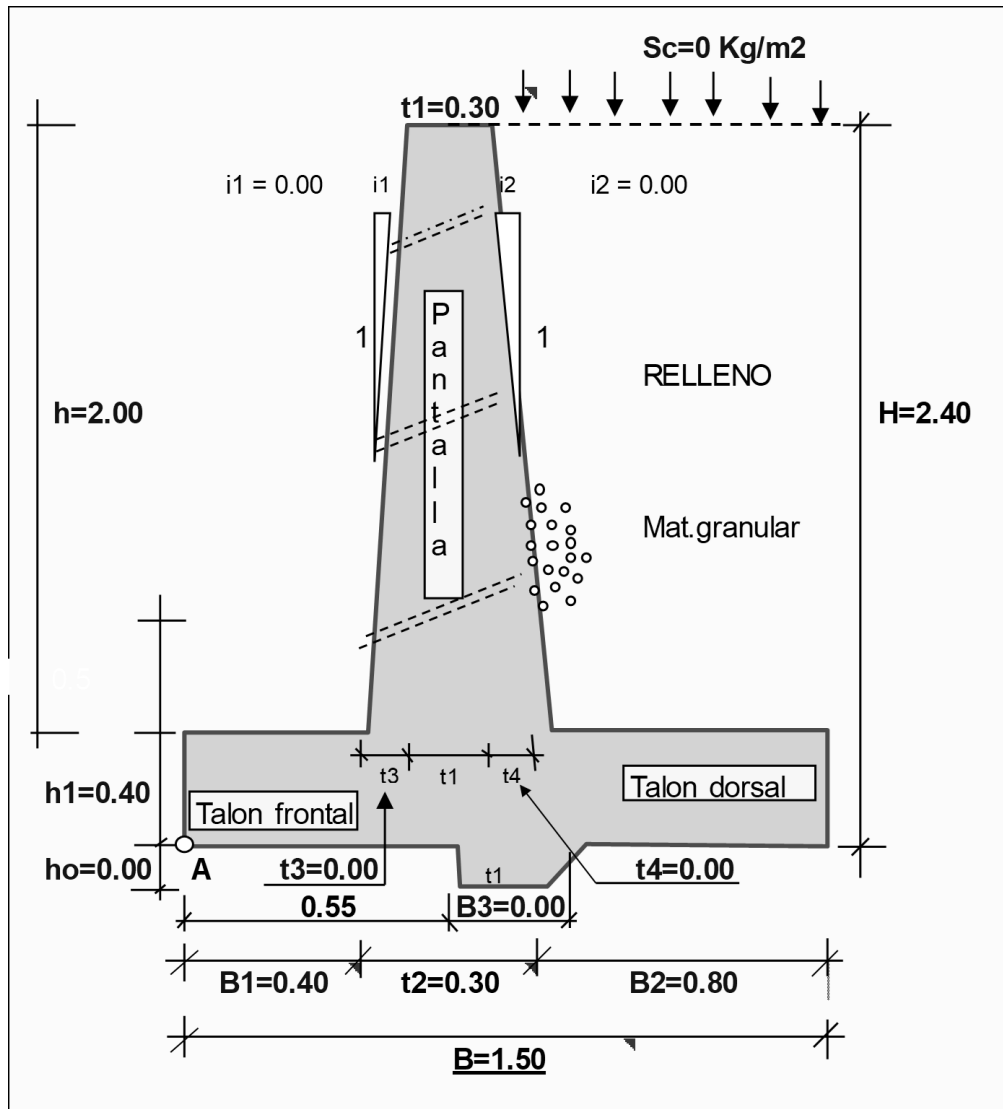
PLANO: DESARENADOR

LIBRACION:	DEPART.: ANCASH	PROVINCIA: ASUNCION	DISTRITO: CHACAS	LOCALIDAD: JAMBON
TESISTA:	BACH. HELLEN KRIS URBANO SORIA			ESCALA: INDICADA
FECHA:	JUNIO - 2022			

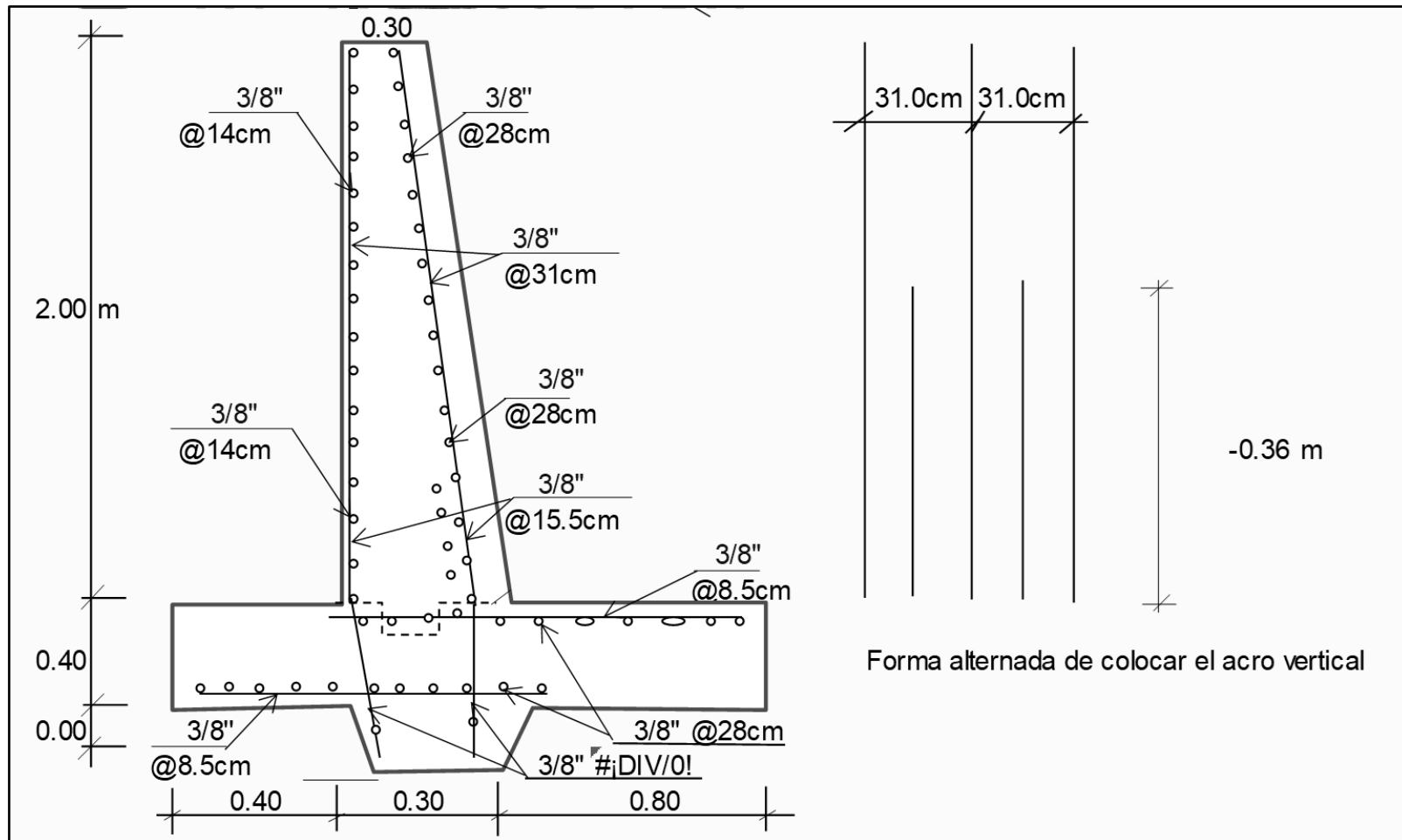
Anexo E7. Plano perfil creager.



Anexo E8. Predimensionamiento del muro



Anexo E9. Plano acero en el muro



Anexo F1: Constancia de Autorización por la MPA



Municipalidad Provincial de Asunción

Gestión 2019-2022

CONSTANCIA DE AUTORIZACION

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ASUNCION

Mediante el presente documento se le acredita y al mismo tiempo se le autoriza al bachiller en Ingeniería Civil, **URBANO SORIA HELLEN KRIS** con DNI N 41250472, de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL, realizar su TESIS (INFORME DE INVESTIGACION), en el distrito de Chacas, Provincia de Asunción, Departamento de Ancash; título de Tesis: **"Diseño hidráulico de bocatoma para implementar sistema de riego en quebrada Jambón, provincia Asunción, Ancash 2022"**, de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO. Por consiguiente, se le faculta y autoriza para los fines de estudio e investigación que realice.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ASUNCION Asunción, 10 de Marzo del 2022


Jesús A. Zaragoza Guzmán
DNI N° 34883577
ALCALDE





Municipalidad Provincial de Asunción
mesadepartesasuncion@gmail.com



Jr. Lima s/n - Plaza de Armas
RUC: 20226505211
<https://muniasuncion.gob.pe/>
948 261 855



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO HIDRAULICO DE BOCATOMA PARA IMPLEMENTAR SISTEMA DE RIEGO EN QUEBRADA DE JAMBON, DISTRITO DE CHACAS, PROVINCIA ASUNCION, ANCASH-2022", cuyo autor es URBANO SORIA HELLEN KRIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 29 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN DNI: 45373822 ORCID: 0000-0003-3182-3352	Firmado electrónicamente por: GSAGASTEGUIVA el 29-09-2022 12:12:39

Código documento Trilce: TRI - 0431533