



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis de diseño de protección de infraestructura de baños termales  
ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Álvarez Cárdenas, Robert Fernando

<https://orcid.org/0000-0002-3120-8686>

**ASESOR:**

Mg. Sinche Rosillo, Fredy Marco

<https://orcid.org/0000-0002-3313-9530>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**Lima - Perú**

**2021**

## Dedicatoria

Mi perdurable agradecimiento a Dios, a mis padres, hermanas, sobrinos y amigos por haberme dado la oportunidad de aprender de muchas experiencias en día a día que un ser humano vive y que me ha permitido llegar al final de esta carrera, ellos son mi motivo de mirar hacia adelante.

## Agradecimiento

Las oportunidades y que se presentan y a través de los estudios uno diseña un futuro mejor.

A mis docentes a mis compañeros de pregrado de la Universidad Néstor Cáceres Velásquez filial Arequipa por haber compartido momentos inolvidables y ser parte de mi formación profesional.

A la Universidad Cesar Vallejo por haberme permitido titularme en la carrera que he emprendido en mi futuro.

## Índice de contenido

Caratula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract.....	x
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	4
III.METODOLOGIA .....	17
3.1 Tipo y diseño de investigación. ....	17
3.2 Variables y operacionalización.....	18
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
3.5 Procedimientos .....	20
3.6 Método de análisis de datos.....	21
3.7 Aspectos éticos.....	21
IV.RESULTADOS .....	22
V.DISCUSION.....	52
VI.CONCLUSIONES .....	53
VII.RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS. ....	55
ANEXOS.....	56

## Índice de tablas

Tabla 1 Exigencias técnicas para geoceldas.....	12
Tabla 2 Profesionales que validan resultados .....	20
Tabla 3 Límites del área a intervenir .....	23
Tabla 4 Parámetros del estudio .....	24
Tabla 5 Caracterización del material .....	24
Tabla 6 Resultados del ensayo de cantidad de humedad y densidad seca.....	25
Tabla 7 Datos meteorológicos estación – Chivay.....	26
Tabla 8 Características físicas de la sub-cuenca .....	28
Tabla 9 Forma de la cuenca.....	28
Tabla 10 Factor $K_f$ .....	28
Tabla 11 Radio de cuenca .....	29
Tabla 12 Datos obtenidos del campo .....	30
Tabla 13 Secciones.....	31
Tabla 14 Áreas de secciones .....	31
Tabla 15 Resultados de tiempos obtenidos.....	32
Tabla 16 Resultados del cálculo del software RIVER caudal instantáneo .....	33
Tabla 17 Materiales a considerar .....	33
Tabla 18 Rugosidad .....	34
Tabla 19 Recomendaciones del cálculo del ancho estable .....	35
Tabla 20 Cálculos ancho estable .....	35
Tabla 21 Caudal proyectado .....	36
Tabla 22 Factores $K$ .....	37
Tabla 23 Pendiente método Simons y Henderson .....	37
Tabla 24 Factor de fondo manual de River .....	38
Tabla 25 Cálculo del factor de fondo.....	38
Tabla 26 Parámetros Manning y Strickler.....	39
Tabla 27 Cálculo del ancho según Manning y Strickler .....	39
Tabla 28 Secciones del cauce .....	40
Tabla 29 Caudales máximos.....	40
Tabla 30 Cauces software River .....	41
Tabla 31 Coeficiente $B$ .....	42

Tabla 32 Secciones cohesivos .....	42
Tabla 33 Socavación dique recto .....	43
Tabla 34 Diseño de enrocado .....	46
Tabla 35 Método Maynard .....	47
Tabla 36 Coeficiente por ubicación de roca .....	47
Tabla 37 Dique en recta .....	47
Tabla 38 Deslizamiento y volteo.....	47
Tabla 39 Diseño dique enrocado.....	48
Tabla 40 Presupuesto de obra tipo muro enrocado.....	49
Tabla 41 Calendario de obra tipo muro enrocado .....	50

## Índice de figuras

Figura 1 Linde de aguas .....	7
Figura 2 Elementos de una cuenca .....	7
Figura 3 Partes de una cuenca .....	8
Figura 4 Áreas de cultivo afectadas por inundaciones .....	9
Figura 5 Técnica del enrocado .....	10
Figura 6 Extendido de las rocas .....	11
Figura 7 Extendido de la geoceldas .....	11
Figura 8 Sistema de colocado en laderas .....	12
Figura 9 Sistema de colocado talud .....	12
Figura 10 Sistema de gaviones .....	13
Figura 11 Características tipo caja .....	13
Figura 12 Características de gavión tipo saco .....	14
Figura 13 Colocado de sacos de arena .....	14
Figura 14 Colocado de champas .....	14
Figura 15 Muestras de champas .....	14
Figura 16 Muro de contención a gravedad .....	15
Figura 17 Espigón de rocas .....	15
Figura 18 Tipos de espigones .....	16
Figura 19 Determinación de gaviones .....	16
Figura 20 Mapa del Perú .....	22
Figura 21 Mapa de la Región de Arequipa .....	22
Figura 22 Mapa provincia de Caylloma .....	22
Figura 23 Mapa del distrito de Yanque .....	23
Figura 24 Trazo de ubicación del proyecto .....	23
Figura 25 Cuenca principal del proyecto .....	27
Figura 26 Subcuenca que pertenece en los baños termales de Chacapi .....	27
Figura 27 Secciones transversales .....	30
Figura 28 Medición de la velocidad .....	31

## Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables .....	57
Anexo 2 Matriz de consistencia.....	58
Anexo 3 Precipitaciones pluviales acumuladas .....	60
Anexo 4 Caudales acumulados.....	61
Anexo 5 Mecánica de suelos .....	62
Anexo 6 Datos hidrológicos.....	71
Anexo 7 Informe topográfico .....	81
Anexo 8 Lista de insumos tipo muro enrocado.....	95
Anexo 9 Análisis de costos tipo muro enrocado .....	96
Anexo 10 Cálculo de diseño de gaviones - tipo 1 x 1 x 1 .....	100
Anexo 11 Estructura de costos: gaviones .....	102
Anexo 12 Cálculo de diseño de espigones.....	103
Anexo 13 Cálculo de diseño de muro de concreto armado .....	106
Anexo 14 Panel fotográfico .....	118
Anexo 15 Mapa de peligros inundaciones Callalli Sibayo.....	121
Anexo 16 Ficha técnica de observación .....	122

## Resumen

La investigación que se ha desarrollado tiene como objetivo principal determinar el diseño de protección de la infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021.

El tipo de investigación es aplicativo lo que nos permite solucionar, controlar situaciones ante inundaciones considerando los factores de costos y tiempo; Según su enfoque es cuantitativa porque se considera elementos numéricos en cantidades y dimensiones; y según su nivel es descriptivo donde se menciona las características de la población afectada y el problema a estudiar realizando diseños de protección de la infraestructura ante Inundaciones del río.

Considerando información primaria y secundaria se tiene como resultado definir el diseño de protección de infraestructura ante inundaciones, participación vecinal.

Determinado el objetivo general de la investigación se ha examinado según hipótesis los criterios de dique enrocado mediante roca al volteo cumpliendo con la norma RNE TH 050, utilizando el software River se la diseñado el enrocado con años de retorno de 50 años, con un caudal de 473,97 m<sup>3</sup>/s, con un tirante de 1.16 cumpliendo el dimensionamiento del enrocado y de presupuesto sostenible y contribuir la protección ante inundaciones

**Palabras clave:** Diseño de protección, defensa ribereña e inundaciones de río.

## Abstract

The main objective of the research that has been carried out is to determine the protection design of the Thermal Baths infrastructure against Floods of the Colca River in Chacapi Yanque Arequipa 2021.

The type of investigation is applicative, which allows us to solve, control flood situations considering cost and time factors; According to his approach, it is quantitative because it is considered numerical elements in quantities and dimensions; and according to its level, it is descriptive where the characteristics of the affected population and the problem to be studied are mentioned, carrying out designs to protect the infrastructure against River Floods.

Considering primary and secondary information, the result is to define the design of infrastructure protection against floods, neighborhood participation.

Once the general objective of the research was determined, the criteria for a rock-tumbled dike by turning rock have been examined according to hypotheses, complying with the RNE TH 050 standard, using the River software, the rock-rock was designed with return years of 50 years, with a flow rate of 473.97 m<sup>3</sup> / s, with a tension of 1.16, complying with the dimensioning of the rock and with a sustainable budget and contributing to the protection against floods

Keywords: Protection design, riparian defense and river flooding.

## I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad problemática**

El distrito de Yanque ubicado en los márgenes del río Colca de la provincia de Caylloma región de Arequipa, cuya fuente principal de ingresos económicos se orientan a la agricultura, a la crianza de ganado y turismo siendo este último una fuente principal de trabajo. Según información (RPP Noticias, 30 de junio del 2020) “los baños termales de Chacapi se han visto afectados con la inundación, alrededor de 12 hectáreas de terrenos agrícolas y los baños termales de Chacapi has sido afectados”. El derrumbe ocurrió el 18 de junio del 2020 donde se produjo un derrumbe aguas abajo en el distrito de Achoma en el río Colca ocasionando un embalse de dos kilómetros aproximadamente de distancia aguas arriba y con embalses de 1 a 2 a metros de altura en zonas planas y 2 a 5 metros en zonas encausadas por los cerros.

Los baños termales son administrados por la municipalidad distrital de Yanque, siendo una atractivo turístico por su característica del agua con temperaturas que oscilan de 30°C a 40°C grados de temperatura, generando ingresos económicos a los pobladores de la zona por la venta de sus artesanías, alimentos nutritivos de la zona entre ellos la chicha Yanqueña.

Entre los tipos de defensas ribereñas a considerar, diques longitudinales, diques perimetrales, muros de contención y espigones, son alternativas que en muchos casos son técnicamente de presupuesto alto. Se plantea el uso de la técnica del muro del enrocado mediante roca al volteo que se acondicionan en los taludes de la zona de influencia con materiales propios y/o de préstamo de la zona y que se integran con las uñas. Igualmente nos conlleva a optimizar costos económicos y respetar el medio ambiente.

### **Formulación del problema**

#### **Problema general**

- ¿Cuál será el diseño de protección de la infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca en Charapi Yanque Arequipa 2021?

#### **Problemas específicos**

- ¿Cuál será el dimensionamiento estructural de protección de la infraestructura ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021?

- ¿Cuál será el costo de la propuesta estructural de los baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021?
- ¿Cuál será el tiempo de ejecución de diseño de la infraestructura de protección ante las inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021?

### **Justificación**

La justificación de la investigación se muestra se sustenta en una necesidad de la población ante las pérdidas materiales ocasionadas por las inundaciones en el trayecto del río Colca y riberas del sector Chacapi.

De igual manera el estudio puede constituir una fuente de consulta para los gobiernos locales que presenten esta problemática similar.

Se detalla los siguientes contextos de tipo:

**Técnica:** En el ámbito técnico tiene mucha importancia los estudios desde el punto de un enfoque de desarrollo, es decir, usando diseños de protección de infraestructura ante inundaciones del río, siendo beneficiados la población, en cuanto a su configuración estructural, costo y tiempo cumpliendo del RNE CE.020 Estabilización de suelos y taludes y TH.050 Habilitaciones en riberas y laderas.

**Económica:** Se optimizará recursos económicos en la ejecución del estudio reduciéndose costos y tiempo.

**Social:** Siendo la población de influencia la más beneficiada repercutando positivamente tanto en la población dedicada al turismo y agricultura cercanos a la ribera del río Colca en la zona de Chacapi.

**Ambiental:** la ejecución del estudio no lleva a contribuir con el cuidado del medio ambiente previniendo cualquier contaminación en el diseño se considera el contraste con la naturaleza.

**Aplicada:** aplica operaciones y técnicas que determinan los problemas de la población beneficiada optimizando los costos, tiempo y un mejor dimensionamiento estructural de defensa ribereña.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar el diseño de protección de la infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

### **Objetivos específicos**

- Determinar el dimensionamiento estructural de protección de la infraestructura ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021
- Determinar los costos de la propuesta estructural de los baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021
- Indicar el tiempo de ejecución de diseño de infraestructura de la protección ante las inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis principal**

- El diseño de protección de los baños termales permitirá resistir ante los riesgos de las inundaciones río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021.

### **Hipótesis nula**

- El diseño de protección de los baños termales no permitirá resistir ante los riesgos de las inundaciones río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

### **Hipótesis específicas:**

- Es posible determinar el cálculo de las máximas avenidas que permitirá determinar el riesgo ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021
- Es posible establecer que los rendimientos de la mano de obra y horas máquina optimizaran recursos en la ejecución del diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca
- Comprobar que el tiempo de ejecución del diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca contribuirá con la optimización en la construcción en Chacapi Yanque Arequipa 2021. (ver Anexo 2. Matriz de consistencia).

## II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes:

### **Antecedentes internacionales:**

Dentro de las investigaciones sobre inundaciones causadas por los ríos. Según (Catherine Buitrago, 2013) “RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE OBRAS -PROTECCIÓN Y CONTROL DE CAUCES”, por lo señalado por C. Buitrago para la realización de una obra de protección de defensa ribereña se debe mitigar los problemas que se han generado en los márgenes de las riberas con tecnologías de obras de protección cuyo resultado sea una alternativa duradera cuya principal fuente de información sea las características geomorfológicas de cuencas y ríos.

Según la (Karen Natalia Fierro, 2012),” CONSTRUIR LOS CRITERIOS DE ANÁLISIS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES POR INUNDACIÓN EN BOGOTÁ”, por lo expresado por Fierro es muy importante el factor de seguridad y en especial las consideraciones de riegos que existen en obras de tipo de defensas ante inundaciones y permitan ser óptimos en la operatividad ante avenida de los ríos.

En los países sudamericanos ocurren los fenómenos como por ejemplo fenómeno de la niña 2010-2011 y fenómeno del niño en Perú 2017, que traen consecuencias sociales, ambientales y económicas cuyos impactos no se puede controlar y que son más difíciles por la acción humana, lo que confirma un proceso de construcción social del riesgo en el país. Proponiendo juicios de observación para la determinar los riesgos de tipo inundación sirviendo como base para la evaluación de diversos técnicos de protección ante inundaciones.

**Antecedentes nacionales**, se menciona:

Se han encontrado varias investigaciones sobre inundaciones causadas por los ríos de todo el territorio nacional con los constantes riesgos de inundaciones pérdidas materiales y humanas.

Según (Mendoza Solis, 2017) “Evaluación del riesgo por inundación en la Quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016”, en los lugares de la cordillera nacional del territorio peruano se genera los deshielos provocando aguas abajo la crecida de la corriente que trae en consecuencia la crecida del cauce de los ríos ocasionado las inundaciones de los pueblos que están posesionados en la ribera de los ríos y el destrozo de áreas de cultivo que en su gran mayoría de los casos es la única e importante fuente de ingresos económicos de la población, es importante considerar los riesgos que se ocasiona y a la vez se debe de considerar las acciones a tomar en cuenta para mitigar dichos riesgos.

Según (Mamani, 2017) “Diseño de defensas ribereñas en el río Callazas tramo crítico (km 0+000.00-2+500.00) en el CP de Aricota, provincia de Candarave -Tacna”. El autor Mamani indica los tramos que se vieron afectados por las inundaciones ocasionadas por los ríos que atraviesan por la zona de Tacna, como es estos tipos de casos de los sectores de poblaciones localizados cerca de las riberas de los ríos que provienen generalmente de la cordillera andina.

Según (Guillen Dueñez, 2018) “Vulnerabilidad de zonas críticas de inundación considerando cauce natural y cauce modificado por estructuras de protección, puente punta moreno aguas abajo, Trujillo, 2018”, el autor Dueñez hace mención de las zonas que son vulnerables por el cauce natural, cabe precisar que las estructuras de protección natural son diseñadas según los factores climatológicos existentes en las épocas de lluvia que por lo general son entre los meses de noviembre hasta marzo en muchos casos son de precipitaciones fuertes, se debe de considerar estudios de topografía estudios detallados de suelos, estudios que determinen el nivel de agua, estudios hidrológicos, realizar modelamientos y simulación hidráulica de cauce de los ríos considerando defensas óptimas a través del programa y/o software que determinen mapas temáticos de vulnerabilidad por inundación.

Según la (Loyola Morales, 2019) “Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad”, Loyola nos muestra el tipo de inundaciones que se plasmó en la región de la libertad de puede mencionar que los estudios adicionales que se deben de considerar se basan en las circunstancias de los niveles de peligro que generalmente son localizadas en quebradas, los volúmenes de cause de los ríos según historial de avenidas en el transcurso del tiempo, considerar las fajas marginales, poblaciones se menciona también a la informalidad de los planes urbanísticos de cada localidad , distrital, provincial y regional y/o áreas de influencia aquí se considera las tierras de cultivo.

**Como antecedente local, se menciona:**

Se han encontrado varias investigaciones sobre inundaciones causadas por los ríos de todo el territorio nacional con los constantes riesgos de inundaciones pérdidas materiales y humanas.

Según (Ccorimanya Timoteo, 2018), la investigación consultada con el título “Diseño de defensas ribereñas en el rio chili, para el Tramo comprendido entre el poblado de Sachaca, en una longitud de 1.3km “Tesis para optar el Título de Ingeniera Civil. En referencia a la investigación el sistema planteado en el tramo del distrito de Sachaca se ha desarrollado a través del enrocado o volteo de rocas, cuyos resultados en épocas de entradas de las lluvias ha funcionado por los estudios que se han realizado tanto en la mecánica de suelos y topografía.

Según (Quispe Orosco, 2018), el estudio “Modelación Hidrológica Hidráulica. Con Las Plataformas Iric, Hec-Hms, Hec-Ras y diseño de los Muros de Encauzamiento Del Rio Tambo”. Existen diversos softwares de defensas ribereñas entre ellas el River, HEC-HMS, IRIC que procesan información de establecer el tipo de infraestructura a realizar según las fuerzas hidráulicas determinadas par así determinar el diseño de los muros de encauzamiento, diques de encauzamiento con enrocado, gaviones.

## Bases teóricas

**Morfología fluvial.** Las formas de los ríos tienen variedad durante su traslado de un inicio a un final formado tramos rectos curvos, según el caudal que contienen.

### Definición de cuencas hidrográficas.

Se le llama o define como una unidad territorial que recolecta aguas que va a un punto de menor cota y discurre hacia ríos, lagos y mares.

### Elementos de la cuenca.

Límite de aguas (El Divortium Acuarum): Es un trazo que demarca la cuenca hidrográfica; marca el límite entre cuencas hidrográficas vecinas.

Figura 1 Linde de aguas



Los arroyos se comportan como colectores únicos, en temporadas de entradas fuertes de caudales en épocas de intensas lluvias y menor caudal en temporadas de sequías.

Los afluentes del río Colca son riachuelos de los deshielos de los montes y lluvias que proviene de los distritos aledaños durante el recorrido del río.

Figura 2 Elementos de una cuenca



## Partes de una cuenca hidrográfica

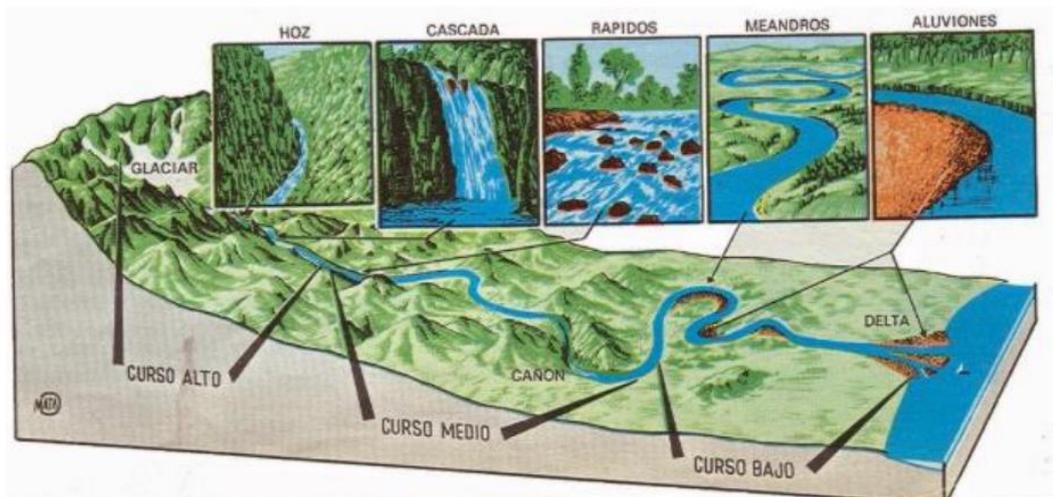
Por Su Altitud

Parte alta. La zona donde se inicia el río y se traslada buscando una pendiente baja fenómeno de socavación, visiblemente se ven trazos de erosión.

Parte media: El afluente adquiere mayor anchura tomando dirección diferente según pendiente

Parte baja: los sólidos que bajan de la parte alta se depositan en lo que se llama como deyección, en la desembocadura se forma el delta.

Figura 3 Partes de una cuenca



Por su topografía

- Parte Accidentada: Formada por las montañas y laderas.
- Parte Ondulada y Plana: Formada por los valles.
- Cauce: Donde el río principal y sus afluentes discurren

Tipos de cuencas hidrográficas

Tamaño geográfico

- Pequeña:  $A < 12.5 \text{ km}^2$
- Mediana:  $12.5 \leq A < 250 \text{ km}^2$
- Grande:  $A \geq 250 \text{ km}^2$

Ecosistema

- Áridas
- Tropicales
- Húmedas
- Frías

## Objetivo

- Hidro energética
- Poblacional
- Riego
- Ganaderas
- Navegación

## Relieve

- Planas
- Alta montaña
- Accidentadas

## Evacuación de las aguas

- Exorreicas
- Endorreicas

## Inundación

- Las aguas se depositan en zonas secas y bajas, constituyendo riesgo geológico destructivo.

Figura 4 Áreas de cultivo afectadas por inundaciones



## Definición de defensa ribereña

Estructuras diseñadas para la defensa de zonas cercanas a ríos que reducen la erosión, socavación y inundación que ocasionan de crecida de los ríos en épocas de lluvias intensas.

**Escorrentías:** Agua de que proviene de las lluvias que circula libremente sobre la superficie de un terreno llegando a una corriente y posteriormente a una cuenca.

### **Método de Gumbel.**

Se utiliza para determinar valores de precipitación (intensidad) para una duración y período de retorno determinado. Se compara las predicciones de intensidades máximas de precipitación, para el diseño de estructuras hidráulicas.

### **TECNOLOGIA:**

#### **Tipos de defensas ribereñas**

##### **1. Diques longitudinales:**

Estructuras fundadas directamente sobre las riberas o Faja Marginal de un río que protege a lo largo del río con revestimientos rígidos o flexibles.

#### **Enrocados**

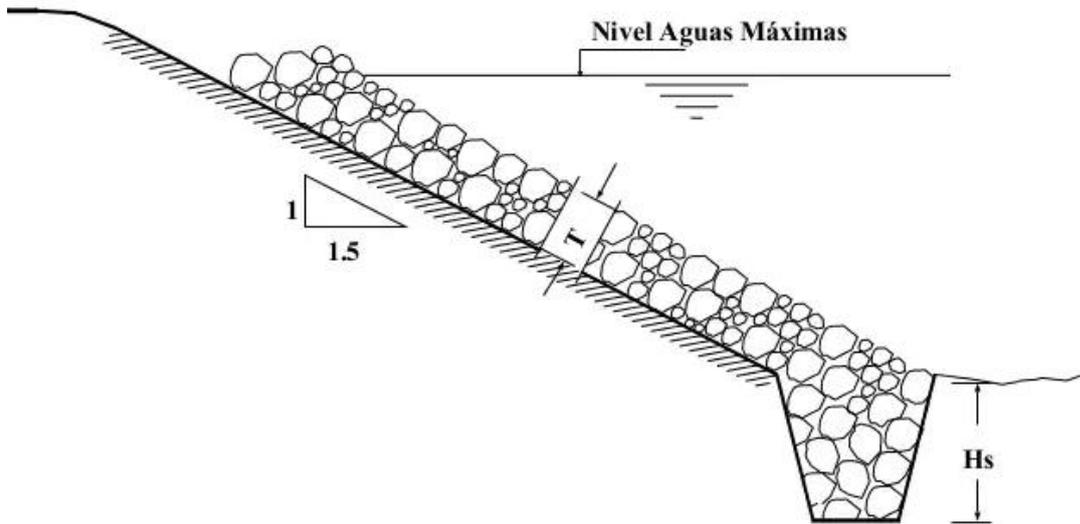
El muro de enrocados mediante roca al volteo se acomoda en los taludes utilizando materiales propios o de préstamo de la zona, cuya función es evitar la erosión y/o socavación.

Técnica de colocado de enrocado

Figura 5 Técnica del enrocado



Figura 6 Extendido de las rocas



En el diseño se debe de considerar, la pendiente y talud, elevación de la cresta, espesor de las diversas capas del revestimiento, las capas de materiales capas. (ver Anexo 7. Informe topográfico).

#### a. Geoceldas

Sistema tridimensional de confinamiento en un suelo compactado que permita una compactación y derrame del terreno.

Figura 7 Extendido de la geoceldas



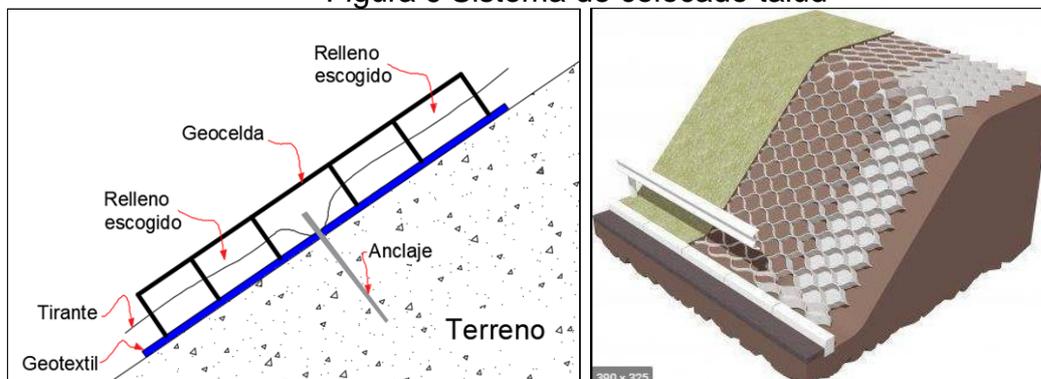
Fuente: GeoWeb

Figura 8 Sistema de colocado en laderas



Fuente: Google Internet

Figura 9 Sistema de colocado talud



Fuente: Google Internet

Tabla 1 Exigencias técnicas para geoceldas

<b>Propiedad de Geocelda</b>	<b>Valor permitido</b>	<b>Método de Ensayo</b>
Mínima densidad del polímero	0.940 g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-1505
Espesor nominal de la placa	1.25 mm +/- 5%	ASTM D-5199
Contenido en carbono negro	1.5 % mínimo	ASTM D-1603
Resistencia al agrietamiento ante agresiones medioambientales	3.400 hs	ASTM D-1693

Fuente: Aquanea 2008

## b. Gaviones

Cajas de forma rectangular, rellenas de materiales de piedra cubiertas por alambre metálico y función es también evitar erosiones y socavaciones

Figura 10 Sistema de gaviones

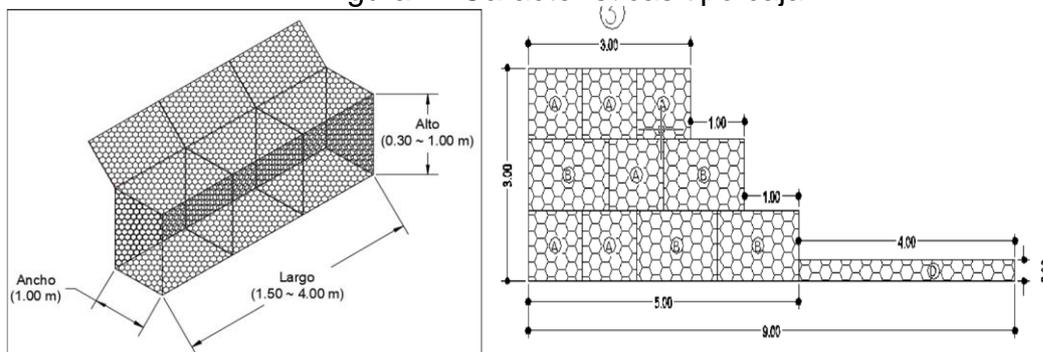


Fuente: Google Internet

Tipos de gaviones

- Gaviones tipo Caja: Resistentes a la tracción y bajos niveles de alargamiento. Generalmente tienen como medida un ancho de 1.00 m, su largo varía entre 1.50 y 4.00 m, y la altura entre 0.30 y 1.00 m. (ver Anexo 10. Calculo de diseño de gaviones – tipo 1x1x1).

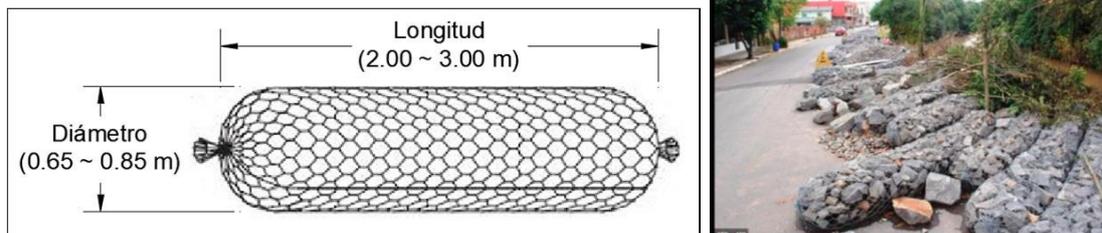
Figura 11 Características tipo caja



Fuente: Google Internet

Gaviones tipo Saco: Conformados por una malla hexagonal torsionada elaborada con alambres galvanizados recubiertos contra la corrosión. (ver Anexo 11. Estructura de costos: gaviones).

Figura 12 Características de gavión tipo saco



Fuente: Google Internet

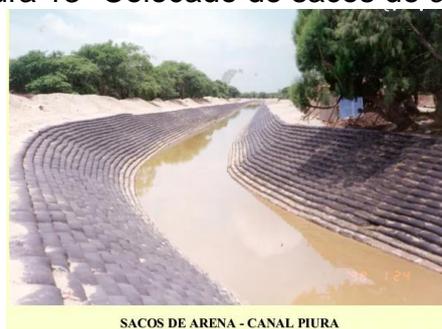
## 2. Diques perimetrales:

En las fajas Marginales se usa con mayor frecuencia en taludes medios - altos.

### Sacos de arena.

Sacos de arroz o harina que son llenados con material de tierra o arenas y son colocados en la periferie de los ríos.

Figura 13 Colocado de sacos de arena



Fuente: Google Internet

### a. Muros de champas.

Pequeños blousy de piedra o grass impregnados en tierra de chacra que son colocados a la periferie de los ríos.

Figura 14 Colocado de champas



Fuente: Google Internet

Figura 15 Muestras de champas



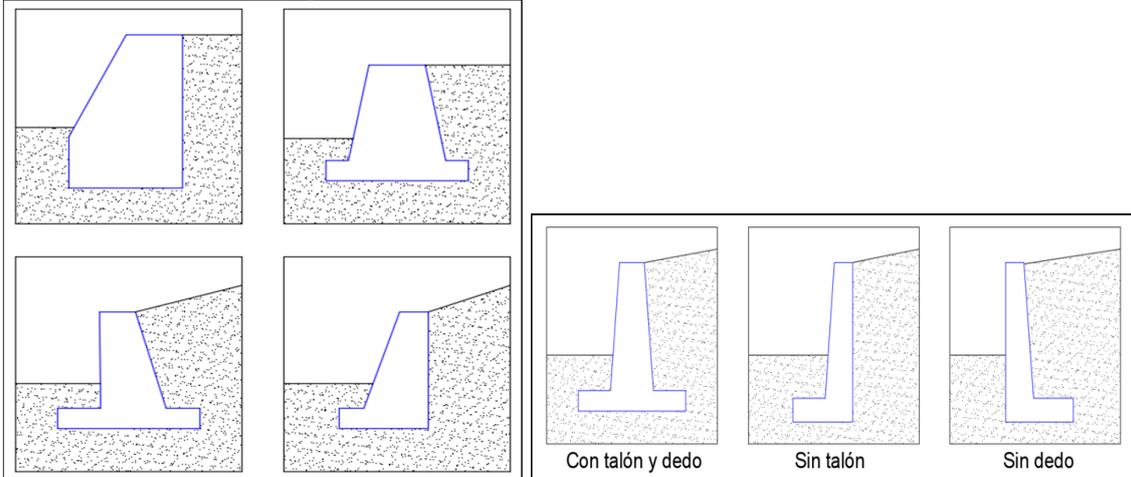
Fuente: Google Internet

### 3. Muros de contención

Estructuras de concreto armado y/o ciclópeo cuya función es de sostener el empuje de tierra.

- Muros a gravedad: Se estabilizan por su propio peso y suelo, funcionan por lo general en alturas de 3.00 y 5.00 m.

Figura 16 Muro de contención a gravedad



Fuente: Google Internet

Muros a gravedad armado: Se usa para alturas de 9.00 m a más de altura. (ver Anexo 13. Calculo de diseño de muro de concreto armado).

### 4. Espigones

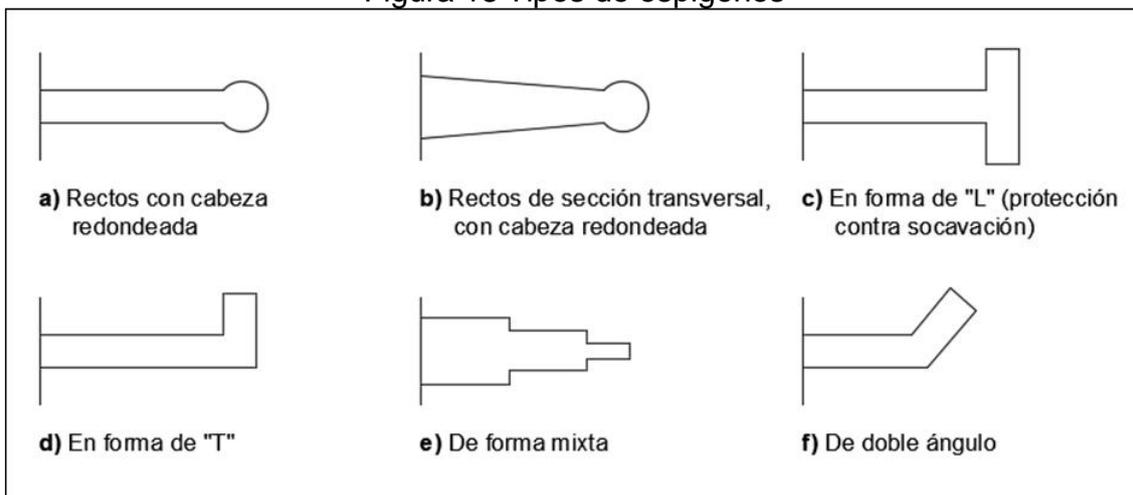
Estructuras que generalmente se usa para la protección y redimir orillas deterioradas, cumpliendo su objetivo de desviar el flujo primordial de las afluentes de agua.

Figura 17 Espigón de rocas



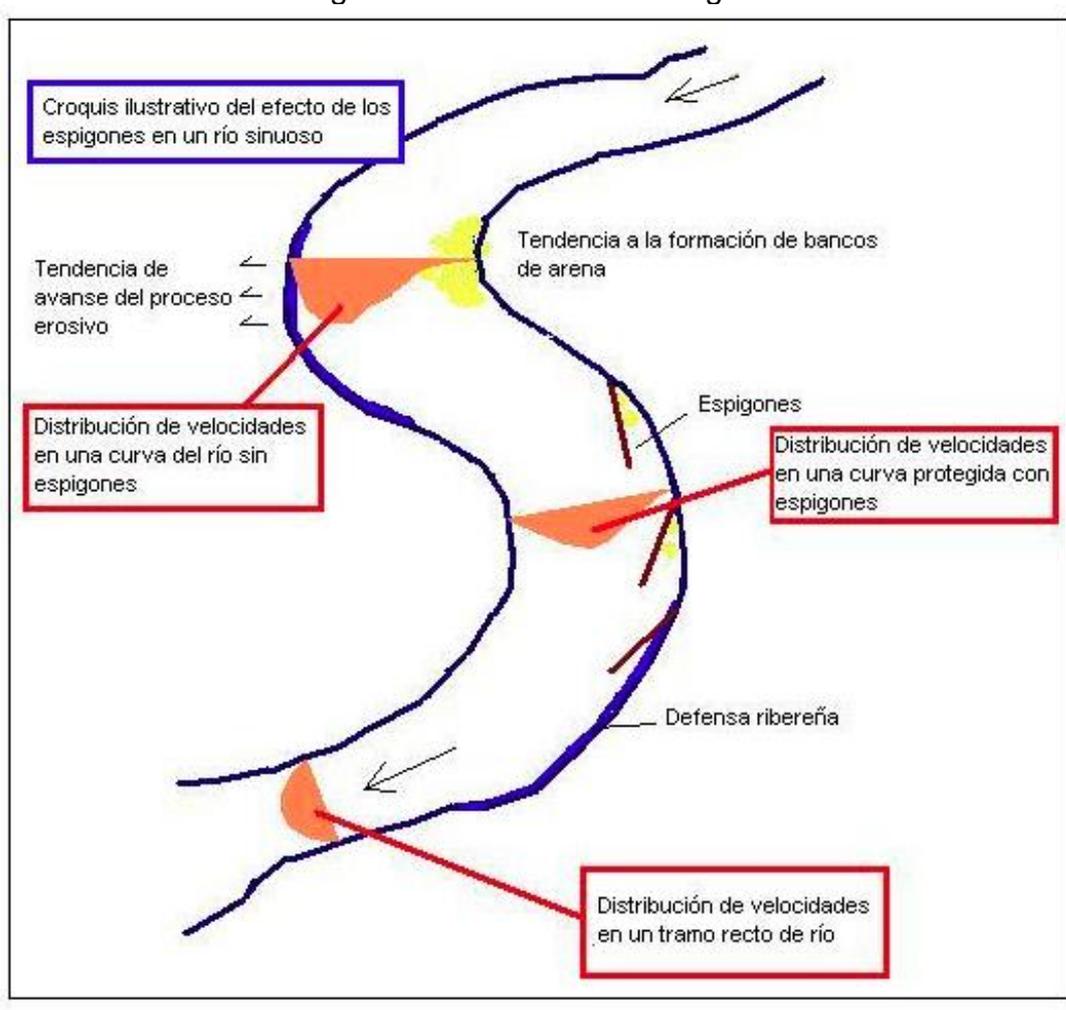
Fuente: MINAGRI 2018

Figura 18 Tipos de espigones



Fuente: Google Internet

Figura 19 Determinación de gaviones



Fuente: Google Internet

(ver Anexo 12. Calculo de diseño de espigones).

### III. METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación.

**Enfoque de investigación:** Cuantitativo usa la (cogida de datos en base numérica, métodos, investigaciones y/o resultados). (Valderrama, 2013, p.24). Los resultados serán tabulados para así obtener datos en la investigación y ser cuantificados y porcentuales

**Tipo de investigación:** La presente investigación es del tipo (aplicada por que ayuda a solucionar problemas prácticos) (Valderrama 2013, p.78). El estudio se refiere a sustentar las posibles causas que general el problema dando respuestas o soluciones a los problemas determinados.

**Nivel de investigación:** Esta investigación pertenece al (nivel descriptivo, que indica las características, cualidades o atributos de la población en estudio). (Valderrama 2013, p.79). El análisis y la descripción se orientan a las posibles causas de la inundación ante las crecidas del rio en sus caudales. (ver Anexo 4. Caudales acumulados).

**Diseño de investigación:** El diseño de ésta (investigación no es experimental, porque se recopilan los datos conforme a la realidad, sin modificarlos) (Valderrama 2013, p.67). El diagrama del diseño el siguiente:



I: Persona que recopilo la información “inundaciones de rio colca”.

S: Sugerencia de diseño de protección de infraestructura para resistir ante los riesgos de las inundaciones.

### **3.2 Variables y operacionalización.**

#### **Variable independiente: Diseño de protección de infraestructura**

Definiciones conceptuales. El Perú es un país que presenta alta vulnerabilidad frente a los fenómenos naturales climatológicos, siendo estos los principales agentes que causan irreparables daños a la población, a la propiedad privada y a la precaria infraestructura de encauzamiento que en muchas ocasiones no existe. (Aguilar Chávez, Alex Eduardo. Publicado 2017). (ver Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables).

#### **Variable dependiente: Parámetros de inundaciones del río Colca**

Definiciones conceptuales. (Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática Felipe Ignacio Arreguín - Cortés 2016) (ver Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables).

### **3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

**Población:** El río Colca tiene una longitud de 129.00 Km.

(El momento de aplicar los instrumentos de medición y recolectar los datos representa la oportunidad para el investigador de confrontar el trabajo conceptual y de planeación con los hechos. Roberto Hernández-Sampieri 2014)

Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación. (Carrasco Díaz, 2008, pág. 236).

**Muestra:** 4.00 Km. en la zona de Chacapi.

(La muestra es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población). (Carrasco Díaz, 2008, pág. 237)

En base que el estudio se consideró la muestra equivalente a la población.

**Muestreo:** No probabilístico

Se ha utilizado una muestra no probabilística de acuerdo a la realidad de la población, tomando sus propios criterios.

**Unidad de análisis:** Kilómetros KM.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fichas de recolección de datos.

Los datos cuantitativos a obtener se procesarán a través de la recojo de información de los datos.

Se ha utilizado varios instrumentos para recopilar información:

- Fichas técnicas de ensayo  
A través de la información obtenida se procederá a tomar mayores determinaciones en el tipo de tecnología a emplear en la ejecución de la obra.
- Observaciones  
Los hechos encontrados en la realidad que dejan constancia a través de las imágenes se aprecia los hechos ocurridos. Anexo Panel fotográfico
- Documentos de archivo y fuentes gubernamentales  
A través de SENAMHI informes de hidrología de los Ríos Colca –Majes, Autoridad Nacional del Agua, Autoridad Local del Agua Colca- Sigwas-Chivay.
- Experimentos de laboratorio  
Los ensayos a realizar se enfocarán en el análisis, tipo de suelos y la capacidad portante es muy importante para sí conocer la capacidad de soportar las cargas de las construcciones. (ver Anexo 5. Mecánica de suelos).  
Precipitaciones máximas en 24 horas obtenida de las estaciones ubicadas en la cuenca del río Colca información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (ver Anexo 6. Datos hidrológicos).
- Para las representaciones observadas se utilizó el software AutoCad

**Validez de los instrumentos:** La ficha técnica representa la veracidad de la información de expertos y firmados por especialistas en vínculo con el tema de investigación para dar la sostenibilidad técnica y confiabilidad de las fichas técnicas, siendo los especialistas profesionales de ingeniería civil y arquitectura.

Tabla 2 Profesionales que validaron resultados

N°	Profesión	Colegiatura	Nombre y Apellidos
01	Ing. Civil	85421	Carlos Alfredo Santos Medina
02	Ing. Civil	82435	Robert Romel Pilares Hualpa
03	Arq.	10054	José Miguel Del Carpio Siancas

Fuente: Elaboración propia

(ver Anexo 16. Ficha técnica de observación).

Instrumentos.

Según (Fernando Castro Márquez 2014). Hace mención a los resultados que son obteniendo usando las técnicas e instrumentos.

- Software hidráulico River
- El AutoCAD 2D diseño de los planos.
- El S10y/o sirve para elaborar los costos y presupuestos.

### 3.5 Procedimientos

Primera fase: Recolección de información.

- Elaboración de planos y presupuesto.
- Cotizaciones de los costos unitarios de mano de obra - horas máquina - hh

Segunda fase: Procesamiento de datos y programación. Trabajo de campo de recoger datos primarios para el esquema de la estructura.

Para el desarrollo de esta investigación utilizaremos:

- Normas:
  - TH 050
- Manuales:
  - Precios de CAPECO.
  - Guías de Defensa ribereñas

Tercera fase: Ensayos de laboratorio

Cuarta fase: Diseño de protección de la infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021Diseño de la infraestructura.

### **3.6 Método de análisis de datos**

El estudio de desarrollo que hace uso del método científico buscando dar una posible respuesta de solución continuando procesos, técnicas y gestiones establecidos en la investigación, iniciando en la idea hasta la obtención de las pruebas resúmenes sometidos a análisis correspondiente y así obtener y determinar qué tipo de tecnología de protección se va a diseñar atreves de diques en su tecnología de gaviones, espigones, estructuras armadas, enrocados, entre otros.

### **3.7 Aspectos éticos**

Las normas éticas se demuestran con el cumplimiento de:

Honestidad: La veracidad de la información obtenidas en opinión de expertos

Deber social: El aporte hacia la comunidad en relación al medio ambiente previniendo la contaminación generada en la ejecución de la obra.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

Análisis del diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

Acceso de la zona de trabajo:

El área a intervenir en la zona del proyecto, genera muchas oportunidades de trabajo a la población del distrito de Yanque.

Ubicación:

Figura 20 Mapa del Perú



Figura 21 Mapa de la Región de Arequipa



Figura 22 Mapa provincia de Caylloma



Figura 23 Mapa del distrito de Yanque



Figura 24 Trazo de ubicación del proyecto



Ubicación del Proyecto:

La ciudad de Arequipa limita:

Tabla 3 Limites del área a intervenir

NORTE	ESTE	SUR	OESTE
Con los Departamento de Ica, Ayacucho	Con los Departamento de Abancay, cuzco y Puno	Departamento de Moquegua	Océano Pacifico

Ubicación Geográfica:

La ciudad de Arequipa limita:

Yanque tiene una superficie de 1,108.58 km<sup>2</sup>, con una población de 2,319 hab. INEI 2017 con una densidad de 1.91 hab/km<sup>2</sup>. Coordenadas 15°38'59"S 71°39'43"O

Clima:

El clima en el distrito de Yanque por su altitud de 3,420 m.s.n.m. situado en la parte alta del Cañón del **Colca** tiene una temperatura que oscila de 4 a 16° C variable durante todo el año, generándose las lluvias desde los meses de noviembre a abril.

Vías de adyacentes de llegada la sitio:

De Arequipa hasta la ciudad de Chivay el promedio de tiempo en bus es de 4 horas y en vehículos ligeros es de 3 horas. De Chivay a la zona del proyecto es de 10 minutos en promedio.

## 4.2 Recopilación de información y Procedimientos

Análisis del suelo de la zona de influencia

### Caracterización del suelo de cimentación

Tabla 4 Parámetros del estudio

Descripción	Resultado (Calicata. h=1.5m)
Clasificación SUCS	SM
Humedad natural	22.20%
Cohesión (ASTM D3080)	0 kg/m <sup>2</sup>
Angulo de fricción (ASTM D3080)	30.38

Elaboración propia.

Nota. En la tabla “SM” según la clasificación SUCS, significa material ARENA LIMOSA CON GRAVA. El tipo de suelo, la humedad natural, la cohesión y el ángulo de fricción corresponden en el lugar “BAÑOS TERMALES DE CHACAPI”

### Granulometría y cantidad humedad del lugar “Baños termales – Chacapi”

Tabla 5 Caracterización del material

Descripción	Resultado
Grava	6.80%
Arena	39.90%
Finos	58.30%
Clasificación SUCS	SM
Humedad	22.20%

Elaboración propia.

Nota. En la tabla “SM” según la clasificación SUCS, significa ARENA LIMOSA CON GRAVA

Tabla 6 Resultados del ensayo de cantidad de humedad y densidad seca

Descripción	Humedad (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )
Muestra 1	22.2	2.51
Muestra 2	24.2	2.53
Muestra 3	22.6	2.53
Muestra 4	21.5	2.52
Humedad óptima máxima	24.2	
Densidad seca máxima		2.53

Elaboración propia.

### Ensayo de gravedad específica

- Se resolvió que la densidad específica de la muestra superficialmente seca (ARENA LIMOSA CON GRAVA pasante del tamiz #4) fue de 2.53 kg/cm<sup>3</sup>

## ESTUDIO DE LA CUENCA

### METEOROLOGÍA

- Los principales parámetros climatológicos son; la precipitación, temperatura relativa, evaporación y viento. El parámetro que será utilizado en la presente investigación es la precipitación.
- La entidad encargada del manejo de los parámetros climatológicos es el Servicio Nacional de Meteorología e hidrología, SENAMHI

### PRESENTACIÓN DE DATOS RECOPIADOS DE LAS ESTACIONES

- Se usarán los datos de precipitaciones máximas de 24 horas de las estaciones meteorológica, La Sibayo y Chivay, se escogió dichas estaciones por su ubicación cercana a la zona de estudio y por presentar una cota próxima al área de estudio. (ver Anexo 3. Precipitaciones pluviales acumuladas).
- Los registros de precipitación tomados en una estación meteorológica se realizan cada 24 horas

Tabla 7 Datos meteorológicos estación – Chivay

Estación : CHIVAY						
Departamento :	AREQUIPA	Provincia :	CAYLLOMA	Distrito :	CHIVAY	
Latitud :	15°38'29.86"	Longitud :	71°36'6.08"	Altitud :	3644 msnm.	
Tipo :	EMA - Meteorológica	Código :	4723D752			
AÑO / MES / DÍA	HORA	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm/hora)	HUMEDAD (%)	DIRECCION DEL VIENTO (°)	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)
03/08/2021	0:00	1.7	0	64	88	1.8
03/08/2021	1:00	1.7	0	66	81	1
03/08/2021	2:00	1.4	0	68	78	2
03/08/2021	3:00	0.6	0	72	116	1.7
03/08/2021	4:00	-0.1	0	75	110	1.7
03/08/2021	5:00	0.3	0	75	70	1.9
03/08/2021	6:00	-0.2	0	74	106	1.5
03/08/2021	7:00	0.6	0	73	123	2.5
03/08/2021	8:00	6.7	0	50	127	2.2
03/08/2021	9:00	9.8	0	43	184	1.6
03/08/2021	10:00	14.2	0	28	44	6.6
03/08/2021	11:00	17.5	0	23	36	3.9
03/08/2021	12:00	17.2	0	20	235	4.2
03/08/2021	13:00	14.6	0	25	317	4.9
03/08/2021	14:00	8.5	0.5	53	141	7.4
03/08/2021	15:00	9.3	0.5	44	146	4.5
03/08/2021	16:00	9.6	0	44	99	2
03/08/2021	17:00	9.6	0	42	319	3.1
03/08/2021	18:00	5	0.1	73	173	10.1
03/08/2021	19:00	5.5	0.1	78	211	2.2
03/08/2021	20:00	1.9	1.9	100	147	0.9
03/08/2021	21:00	2.3	0.4	100	204	0.7
03/08/2021	22:00	2	0.5	100	241	0.3
03/08/2021	23:00	2.2	0.2	100	41	5.2

Fuente: Senamhi. (2018). Descarga de datos meteorológicos. Obtenido de: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.

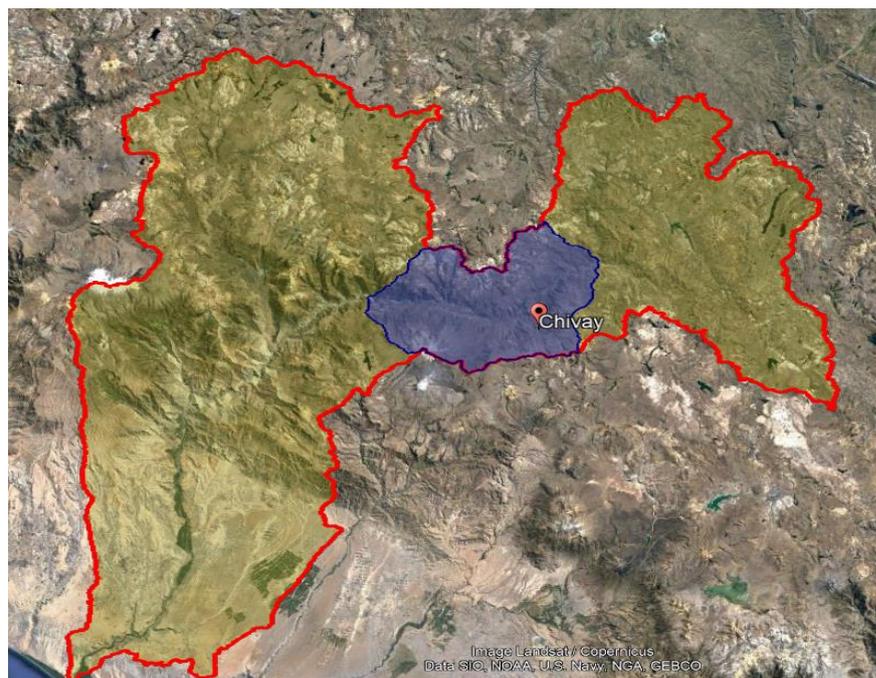
## Delimitación de la cuenca hidrográfica

- La delimitación de la cuenca comprende en la realización de las curvas de nivel más altas de cada cauce de agua.

Figura 25 Cuenca principal del proyecto



Figura 26 Subcuenca que pertenece en los baños termales de Chacapi



## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUBCUENCA

Tabla 8 Características físicas de la sub-cuenca

PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	SUBCUENCA
AREA	A	KM2	1,623.0
PERIMETRO	P	KM	205.0
LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	LC	KM	83.3
LONGITUD MAXIMA	LM	KM	83.3
ANCHO PROMEDIO	AP	KM	19.5

Fuente: Elaboración Propia

## CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

### Características de forma

- Estas características se relacionan con el tiempo de concentración de la cuenca.

### Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad (Kc)

- La causa por la que se comparan las cuencas a la figura circular es porque las cuencas con esta forma o similar a ella, presentan mayor posibilidad de crecida

$$k_c \equiv \frac{p}{2\sqrt{\pi * A}}$$

Tabla 9 Forma de la cuenca

Kc	Forma de la cuenca	Tendencias de crecida
1.00-1.25	De casi redonda a oval redonda	Alta
1.25-1.50	De oval redonda a oval oblonga	Media
1.50-1.75	De oval oblonga a rectangular	baja

Fuente: Cáceres, k. Ataucuri, R. (2018).

### Factor de forma (Kf)

Se obtiene dividiendo el ancho medio entre la longitud axial, medida sobre el cauce principal.

$$k_f \equiv \frac{Ap}{Lm}$$

Tabla 10 Factor Kf

<u>Kf</u>	Forma de la cuenca
0.01 - 0.18	Muy poco achatada
0.18 - 0.36	Ligeramente achatada
0.36 - 0.54	Moderadamente achatada

Fuente: Cáceres, k. Ataucuri, R. (2018)

## Rectángulo equivalente

$$A=L*l$$

$$L \equiv \frac{kc * \sqrt{\pi * A}}{2} * \left( 1 + \sqrt{1 - \frac{4}{\pi * Kc^2}} \right)$$

$$l \equiv \frac{kc * \sqrt{\pi * A}}{2} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{4}{\pi * Kc^2}} \right)$$

Dónde:

- L : lado mayor (km)
- l : lado menor (km)
- A : área (km<sup>2</sup>)
- Kc : coeficiente

Se cumpla la condición:  $Kc \geq 1.128$

## Radio de elongación (Re)

El valor de Re se acerca a la unidad cuando la cuenca es plana, para cuencas con relieve pronunciado, el valor resultante se encuentra entre 0.6 y 0.8.

$$Re \equiv \frac{2}{\sqrt{\pi}} * \frac{\sqrt{A}}{lm}$$

## Radio de circularidad (Rc)

Este coeficiente es el cociente entre el área de la cuenca y la del círculo cuya circunferencia es equivalente al perímetro de la cuenca. (Gonzales de Matauco, 2004). Mientras el valor de Rc sea próximo a cero, la cuenca será de forma alargada.

$$Rc \equiv \frac{4 * \pi * A}{p^2}$$

Tabla 11 Radio de cuenca

PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	SUBCUENCA	COMENTARIO
COEFICIENTE DE COMPACIDAD	Kc		1.44	INUNDACION MEDIA
FACTOR DE FORMA	Kf		0.23	LIGERAMENTE ACHATADA
RECTANGULO EQUIVALENTE	L	km	83.35	
	i	km	19.47	
RADIO DE ELONGACION	Re		0.55	
RADIO DE CIRCULARIDAD	Rc		0.49	

Fuente: Cáceres, k. Ataucuri, R. (2018)

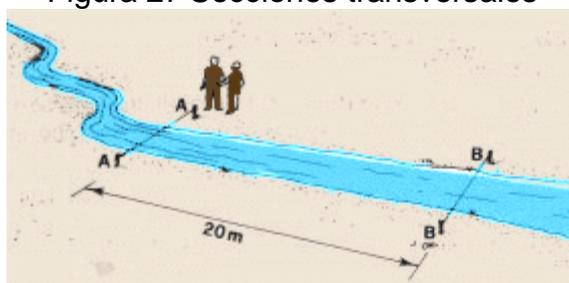
### 4.3 CAUDAL DEL DISEÑO

#### Método del flotador y la sección transversal

##### Procedimiento

- Escoger un punto lo cual llamaremos punto “a” y debe tener una distancia de 20 m lo cual lo llamamos el punto “b”

Figura 27 Secciones transversales



Fuente: Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía N.W. Hudson (1997)

Tabla 12 Datos obtenidos del campo

Nº	A-A	B-B
	PROFUNDIDAD (cm)	PROFUNDIDAD (cm)
1	7	12
2	18	22
3	27	30
4	35	35
5	42	40
6	41	50
7	40	55
8	50	58
9	52	60
10	56	62
11	60	68
12	62	70
13	58	61
14	52	52
15	48	45
16	41	38
17	40	25
18	38	15
19	36	12
20	25	10
21	20	
22	18	
<b>PROMEDIO</b>	<b>39.36</b>	<b>41</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 Secciones

	ANCHO (m)
A-A	22
B-B	20

Fuente: Elaboración Propia

### Hallando las áreas transversales de los puntos a-a y b-b

$$\text{Area} = \text{profundidas} * \text{Ancho}$$

Tabla 14 Áreas de secciones

A-A	A=8.66 m <sup>2</sup>
B-B	A=8.2 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

### Área total

$$A_t = A_{A-A} + B_{b-b}$$

AREA TOTAL	A=16.86 m <sup>2</sup>
------------	------------------------

### Área transversal media

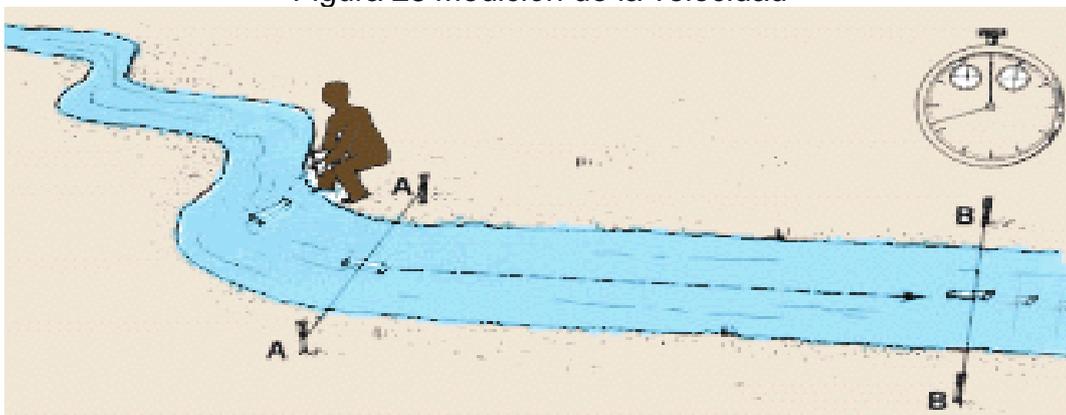
$$A_{tm} = \frac{A_t}{2}$$

$$A_{tm}=8.43 \text{ m}^2$$

### Velocidad media del agua

Para hallar la velocidad de agua es emplear flotador y tomar con tu cronometro el tiempo se rémora de ir del punto a hacia el punto con una distancia de 20m.

Figura 28 Medición de la velocidad



Fuente: Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía N.W. Hudson (1997)

Tabla 15 Resultados de tiempos obtenidos

N°	TIEMPO (s)	DISTANCIA(m)
1	1.4	20
2	1.5	20
3	1.3	20
4	2	20
5	1.57	20
6	1.4	20
7	1.37	20
8	1.5	20
9	2.2	20
10	1.82	20
PROMEDIO	1.61	20

Fuente: Elaboración Propia

### VELOCIDAD DE LA SUPERFICIE DEL AGUA

$$V = \frac{e}{t}$$

DONDE:

- $V = VELOCIDAD$
- $E = DISTANCIA RECORRIDA$
- $T = TIEMPO OBTENIDO$

$$V = \frac{20}{1.61}$$

$$V = 12.42 \text{ m/s}$$

### VELOCIDAD MEDIA DEL AGUA

- 0,85 (un coeficiente de corrección) es para estimar la velocidad a fondo del agua

$$V = 12.42 \frac{m}{s} * 0.85$$

$$V = 10.56 \text{ m/s}$$

### HALLANDO EL CAUDAL

$$Q = V * A$$

Donde

- $Q = CAUDAL$
- $V = VELOCIDAD MEDIA DEL AGUA$
- $A = AREA TRANSVERSAL$

$$Q = 89 \frac{m^3}{s}$$

## CÁLCULO DEL CAUDAL INSTANTÁNEO

Se utilizará el programa "RIVER", Se utiliza para calcular el caudal diseño de los datos obtenido de las cuencas y del método del flotador y la sección transversal

El software pide la información para hallar el caudal de diseño

Tabla 16 Resultados del cálculo del software RIVER caudal instantáneo



Fuente: Software River.  
Elaboración Propia.

## CÁLCULO DE ENROCADO

- Se utilizará el programa "River", el diseño de la defensa enrocada para proteger la infraestructura de baños termales de Chacapi las siguientes consideraciones hidráulicas:

### Características hidráulicas del río

- Talud.** La inclinación que presenta el río Colca en sus paredes laterales es evaluada considerando al río como una canal natural sin revestimiento, la siguiente tabla muestra los valores

Tabla 17 Materiales a considerar

Material	Talud (H: V)	Valor de $\theta$
Roca ligeramente alterada	0.25:1	75° 58'
Mampostería	0.4:1 y 0.75:1	68° 12'
Roca sana y tepetate duro	1:1	45°
Concreto	1:1 ó 1.25:1	45° y 38° 40'
Tierra arcillosa, arenisca, tepetate blando	1.5:1	33°
Material poco estable, arena, tierra arenisca.	2:1	26°

Fuente: Rodríguez Ruiz (2008, p.6)

**Rugosidad de Manning.** La rugosidad es definida de acuerdo a las características e irregularidades que presenta el cauce del río Colca

Para el cálculo según Cowan interviene la siguiente formula:

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

- $n_0 = 0.020$  ,  $n_1 = 0.005$  ,  $n_2 = 0.005$  ,  $n_3 = 0.00$  ,  $n_4 = 0.005$  y  $m_s = 1.15$

Donde los valores se muestran en la siguiente tabla

Tabla 18 Rugosidad

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	$n_0$	0.02
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	$n_1$	0
	Menor		0.005
	Moderado		0.01
	Severo		0.02
Variaciones de la sección transversal	Gradual	$n_2$	0
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 - 0.015
Kiccto relativo de las obstrucciones	Insignificante	$n_3$	0
	Menor		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
Vegetación	Baja	$n_4$	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
	Muy alta		0.050 - 0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	$m_s$	1
	Apreciable		1.15
	Severo		1.3

Fuente: Te Chow (2004, p.105).

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

$$n = (0.020 + 0.005 + 0.005 + 0 + 0.005)1.15$$

$$n = 0.040$$

Para el cálculo de la rugosidad de Manning según Scobey se tienen los valores en función a las condiciones del río:

- $n = 0.025$
- $n = 0.030$
- $n = 0.035$
- $n = 0.040 - 0.050$
- $n = 0.060 - 0.075$

Se optó por el valor  $n = 0.025$ , valor que se acomoda a las características que presenta el tramo de estudio del río. De los valores de “n” determinados a partir de las fórmulas de Cowan y los valores de Scobey se optó por usar el valor de “n”, un promedio, así:

$$n = \frac{0.040 + 0.025}{2}$$

$$n = 0.033$$

### Pendiente

- El valor de la pendiente “S”, es obtenido a partir del informe denominado. “Descolmatación y construcción de defensa ribereña cauce del rio colca” sería el valor de la pendiente s=1.18% o es equivalente 0.0118 m/m

### Ancho estable

- El valor del ancho estable del río es calculado a partir de 5 fórmulas como:

#### a. Recomendación Práctica

Para el cálculo del ancho estable del río por este método solo interviene el caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s y es determinado a partir del siguiente cuadro:

Tabla 19 Recomendaciones del cálculo del ancho estable

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (M <sup>3</sup> /S)	ANCHO ESTABLE ( B2 )
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

Fuente: Manual River.  
Elaboración Propia

Según la figura 19 y el caudal de diseño igual a 473.95m<sup>3</sup>/s el ancho estable “B” correspondiente es igual a 64.83 m.

Tabla 20 Cálculos ancho estable

The screenshot shows a software window titled "CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES". The project name is "PROYECTO: Injertos Termales ante inundaciones del Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021". The initial information includes a discharge (Caudal) of 473.97, a return period (P. Retorno) of 50, and a slope (Pendiente) of 0.01180. Under "Ancho Estable del Cauze (B)", the "Recomendación Práctica" method yields a value of 64.84. Other methods like Fozos, Simons y Henderson, Blench y Aburto, and Manning y Shook are listed but not calculated. A formula  $B = 4.44 Q^{0.5}$  is displayed in a blue box. The background features several photographs of river channels and flood control structures.

Fuente: Programa RIVER

**b) Método de Petitis** El cálculo del ancho estable por este método es determinado a partir de la siguiente fórmula:

$$B = 4.44 * Q^{0.5}$$

$$B = 4.44 * \sqrt{473.95}$$

$$B = 96.66$$

Tabla 21 Caudal proyectado

Fuente: Programa RIVER

**c) Método de Simons y Henderson**

Este método está en función del caudal y coeficiente  $K_1$

Para el cálculo se utiliza la fórmula:

$$B = K_1 + \sqrt{Q}$$

$$B = 2.80 + \sqrt{473.95}$$

$$B = 60.96$$

Dónde:

- B: Ancho (m).
- $K_1$ : coeficiente del material del río.
- Q: Caudal (m<sup>3</sup> /s).

Dentro de los valores para  $K_1$  tenemos:

Tabla 22 Factores K

Descripción	Coefficiente $K_1$
Fondo y orilla de arena.	5.70
Fondo arena y orillas de material cohesivo.	4.20
Fondo y orillas de material cohesivo.	3.60
Fondo y orillas del cauce de grava	2.90
Fondo arena y orillas de material no cohesivo.	2.80

Elaboración Propia

Tabla 23 Pendiente método Simons y Henderson

PROYECTO: Niños Tarmales ante inundaciones del Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
473.97	50	0.01180

Ancho Estable del Cauze (B)

- Recomendación Practica
- Metodo de Petts
- Metodo de Simons y Henderson: 60.96
- Metodo de Blench y Altunin
- Metodo de Manning y Strickler

Metodo de Simons y Henderson

$$B = K_1 Q^{1/2}$$

- Fondo y Orillas de Arena .....  $K_1 = 5.70$
- Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo .....  $K_1 = 4.20$
- Fondo y Orillas de Material Cohesivo .....  $K_1 = 3.60$
- Fondo y Orillas del cauce de Grava .....  $K_1 = 2.90$
- Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo .....  $K_1 = 2.80$

Fuente: Programa RIVER

### Método de Blench y Altunin

Este método está en función del caudal de diseño y los factores como: De fondo  $F_b$  y de orilla  $F_s$ . Calculado a partir de la fórmula:

$$B = 1.81 \left( \frac{Q * F_b}{F_s} \right)^{1/2}$$

$$B = 1.81 \left( \frac{473.95 * 0.80}{0.10} \right)^{1/2}$$

$$B = 136.50$$

Tabla 24 Factor de fondo manual de River

Factor de fondo (F <sub>b</sub> )	
Descripción	Coefficiente F <sub>b</sub>
Materiales finos (D <sub>m</sub> < 0.5 mm)	0.80
Materiales finos (D <sub>m</sub> < 0.5 mm)	1.20
Factor de orilla (F <sub>s</sub> )	
Descripción	Coefficiente F <sub>s</sub>
Materiales Suelos	0.10
Materiales ligeramente Cohesivos	0.20
Materiales Cohesivos	0.30

Fuente: Manual River.  
Elaboración Propia

Tabla 25 Cálculo del factor de fondo

Fuente: Programa River.

### Método de Manning y Strickler

Para el cálculo del ancho estable del río por este método se utiliza la fórmula:

$$B = \left( \frac{Q^{0.5}}{S^{0.2}} \right) * \left( n * K^{\frac{5}{3}} \right)^{3/(3+5m)}$$

$$B = \left( \frac{473.95^{0.5}}{0.018^{0.2}} \right) * \left( 0.033 * 12^{\frac{5}{3}} \right)^{3/(3+5*0.7)}$$

$$B = 65.20$$

Tabla 26 Parámetros Manning y Strickler

Coeficiente – Tipo Material (K)	
Descripción	Coeficiente K
Valor práctico	10
Material Aluvial	12
Material fácilmente erosionable	16
Material muy resistente	03
Coeficiente Cauce (m)	
Descripción	Coeficiente m
Ríos de cauces aluviales	0.50
Ríos de cauces arenosos	0.70
Ríos de cauce de Montaña	1.00

Fuente: Manual River.  
Elaboración Propia

Tabla 27 Cálculo del ancho según Manning y Strickler

Fuente: Manual River.

De los valores del ancho estable del río se toma un promedio, así:

$$B = \frac{\sum B}{5}$$

$$B = \frac{64.83 + 96.66 + 60.96 + 136.50 + 65.20}{5}$$

$$B = 85 \text{ m}$$

## SECCIÓN TEÓRICA DEL CAUCE

En esta sección se determina el tirante, ancho del espejo del agua, Área mojada, Perímetro mojado, velocidad y número de Fraude, mediante el método de Manning y Strickler que procesa el software river, utilizando las fórmulas:

$$V = K_S * R^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{1}{2}} \dots \dots (1)$$

$$Y = \left( \frac{Q}{K_S * b * s^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}} \dots \dots (2)$$

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * \frac{A}{T}}} \dots \dots (3)$$

$$Bl = \phi \frac{V^2}{2g} \dots \dots (4)$$

Tabla 28 Secciones del cauce

Descripción	Ks
Lechos naturales de río con fondo sólido sin irregularidades	40
Lechos naturales de río con acarreo regular	33 - 35
Lechos naturales de río con vegetación	30 - 35
Lechos naturales de río con derrubio e irregularidades	30
Lechos naturales de río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con derrubios gruesos (piedras $\phi \approx 0.20$ m) con acarreo inmóvil	25 - 28
Torrentes con derrubio grueso con acarreo móvil	19 - 22

Fuente: Manual River.

Tabla 29 Caudales máximos

Caudal máximo m <sup>3</sup> /s		$\Phi$
3000.00	4000.00	2
2000.00	3000.00	1.7
1000.00	2000.00	1.4
500.00	1000.00	1.2
100.00	500.00	1.1

Fuente: Manual River.

Tabla 30 Cauces software River

Sección Teórica del Cauce		
Metodo de Manning		Plantilla (B)
Tirante (Y)	Ancho (T)	Talud (Z)
1.16	89.63	2.00
Area (A)	Perimetro	B. Libre (Bl)
101.11	90.18	0.64
Velocidad	Nº Froude	Rugosidad
4.690	1.391	0.0250

Fuente: Software River.

### Tirante y profundidad de socavación

Para determinar el tirante y profundidad de socavación en el tramo de estudio del río colca se utiliza el software river, el cual incluye las fórmulas del método de LL. List Van Levediev, basado para cauces naturales definidos.

a. En suelos no cohesivos, utilizamos:

$$ts = \left( \frac{\theta * t^{5/3}}{0.60 * w^{1.18} * \beta} \right)^{\frac{1}{x+1}}$$

b. En suelos cohesivos utilizamos:

$$ts = \left( \frac{\theta * t^{5/3}}{0.68 * w^{0.28} * \beta} \right)^{\frac{1}{x+1}}$$

Además:

$$\theta = \frac{Q}{t^{5/3} * B * \mu}$$

$$\mu = 1 - 0.387 \frac{V}{B}$$

$$Hs = ts - t$$

Donde:

- Ts: tirante de socavación (m).
- Hs: Profundidad de socavación (m).
- Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s).
- t: tirante hidráulico (m).
- $\beta$ : Coeficiente por tiempo de retorno.
- W: Peso específico del suelo (Tn/m<sup>3</sup>).
- B: Ancho del cauce (m).
- $\mu$ : Coeficiente de contracción
- X y 1/(X+1): valores en función del tipo de suelo y peso específico.

Tabla 31 Coeficiente B

Cuadro 5. Valores del Coeficiente $\beta$		
$\beta = 0.6416 + 0.03342 \ln (T)$		
15 $\leq T \leq 1500$		
Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente $\beta$
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07

Fuente: Software River.

Tabla 32 Secciones cohesivos

Cuadro 4. SELECCIÓN DE x EN SUELOS COHESIVOS (Tn/m3) o SUELOS NO COHESIVOS (mm)					
Suelos Cohesivos (1)			Suelos No Cohesivos (2)		
Peso específico Tn/m3	x	1/(x + 1)	D (mm)	x	1/(x + 1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Fuente: Software River.

Tabla 33 Socavación dique recto

Dimensiones del Dique	
Forma Dique	Tipo de Suelo
<input checked="" type="radio"/> Recto	<input checked="" type="radio"/> No Cohesivo
<input type="radio"/> Curva	<input type="radio"/> Cohesivo
Dm (mm)	Radio Curva
2.00	
Metodo de <input type="checkbox"/> List Van Levediev	
Dique en Recta	Dique en Curva
Tirante de Socavacion (m)	
3.95	
Profundidad de Socavacion (m)	
2.80	
Altura de Uña	
2.80	
Altura de Dique	
2.00	
Altura Total (m)	
4.80	



Fuente: Software River.  
Elaboración Propia

## 4.4 DISEÑO DE DIQUE DE ENROCADO CON EL PROGRAMA RIVER

### INTRODUCCIÓN DE DATOS

#### a) Caudal de diseño del proyecto (Q)

Teniendo como resultado:

- $Q = 473.97 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### b) Periodo de retorno (T)

- Se optó por un periodo de retorno  $T=50$  años, utilizado para obras de control de aguas.

#### c) Pendiente del río (S)

La pendiente que se determinó en el tramo de estudio es:

- $S = 0.0118 \text{ (m/m)}$ .

#### d) Rugosidad (n)

Se determinó la rugosidad

- $n = 0.033$ .

#### e) Talud del enrocado (Z)

Fue calculado en función del tipo de material que presentan las paredes laterales del río, teniendo como:

- $Z = 2.00 \text{ m}$ .

#### f) Bordo libre (BL)

Es calculado con el software river posterior al procesamiento de datos, teniendo como resultado:

- $Bl = 0.84 \text{ m}$

#### g) Ancho estable promedio del río (B)

El ancho promedio del río en el tramo de estudio es determinado a partir del promedio de los cinco métodos calculados anteriormente, teniendo como resultado:

- $B = 85.00 \text{ m}$

#### h) Condiciones de tipo de fondo y orilla del río (K1)

- El valor "K1" es determinado a partir de la tabla 17, teniendo como valor:  
 $K1 = 5.70$

#### i) Factor de fondo (Fb) / orilla (Fs)

El valor " $F_b$ " y " $F_s$ " es determinado a partir de la tabla 18, teniendo como valor:

- $F_b = 0.80$ .
- $F_s = 0.10$ .

**j) Coeficiente - tipo de material (K)**

El valor "K" es determinado a partir de la tabla 19, teniendo como valor:

- $K = 12.$

**k) Coeficiente del cauce (m)**

El valor "m" es determinado a partir de la tabla 19, teniendo como valor:

- $m = 0.70.$

**l) Talud del dique y/o espigón**

El talud del dique es:

- $Z_{dique} = 2.00 \text{ m}$

**o) Ángulo de fricción interna ( $\phi$ )**

Se obtienen mediante informe de MS. Suelos

- $\phi = 30.38^\circ.$

**p) Peso específico del suelo para dique ( $\gamma_s$ )**

Se obtienen mediante informe de MS. Suelos

- $\gamma_s = 1.53 \text{ Tn/m}^3.$

**q) Peso específico de la roca ( $\gamma_r$ )**

Se obtienen mediante informe de MS. Suelos

- $\gamma_r = 2.00 \text{ Tn/m}^3.$

**r) Ancho de la corona de dique enrocado**

- Se opta por tomar un ancho de corona de 4.00 metros.

## Diseño de defensa ribereñas

### Diseño de elementos estructurales:

#### a. Diseño preliminar:

Tabla 34 Diseño de enrocado

Diseño Preliminar Sugerido	D.Recto	D.Curva
	Ancho Corona (m)	4.00
Altura Dique (m)	2.00	
Altura Enrocado	2.00	
Altura Uña (m)	2.80	
Ancho de Uña (m)	4.20	
Altura Total (m)	4.80	



Fuente: Software River.  
Elaboración Propia

### Dimensionamiento del enrocado

Para el dimensionamiento del enrocado el software con el software river toma las siguientes consideraciones:

#### Método de Maynard

$$D_{50} = t * C_1 * F^3$$

$$F = C_2 * \left( \frac{V}{\sqrt{g * y}} \right)$$

Dónde:

- $D_{50}$ : Diámetro medio de la roca (m).
- $t=y$ : Tirante del río (m).
- $C_1$ : Coeficiente en función del talud.
- $C_2$ : Coeficiente en función de la ubicación de la roca.
- $V$ : Velocidad de diseño del río (m/s).
- $g$ : Gravedad específica (m/s).

Tabla 35 Método Maynard

C <sub>1</sub> = Valor seleccionar de tabla	
Fondo Plano	0.25
Talud 1V: 3H	0.28
Talud 1V: 2H	0.32

Fuente: Manual River.

Tabla 36 Coeficiente por ubicación de roca

C <sub>2</sub> = Coeficiente por ubicación de Roca	
Tramos en curva	1.50
Tramos rectos	1.25
En extremo de espigon	2.00

Fuente: Manual River

### Método de Isbash

$$D_{50} = 0.58823 * \frac{V^3}{wg}$$

Dónde:

- $D_{50}$ : Diámetro medio de la roca (m).
- V: Velocidad de diseño del río (m/s).
- W: Peso específico de la roca (Tn/m<sup>3</sup>).
- g: Gravedad específica (m/s<sup>2</sup>).

Tabla 37 Dique en recta

DIQUE EN RECTA- D50 (m)		
Maynard	1.95	Promedio 1.63
Isbash	1.32	Selección 1.70

Fuente: Software River.  
Elaboración Propia.

### Análisis de estabilidad

Es procedimiento que se realiza para verificar la estabilidad del enrocado por mediante deslizamiento y volteo

Tabla 38 Deslizamiento y volteo

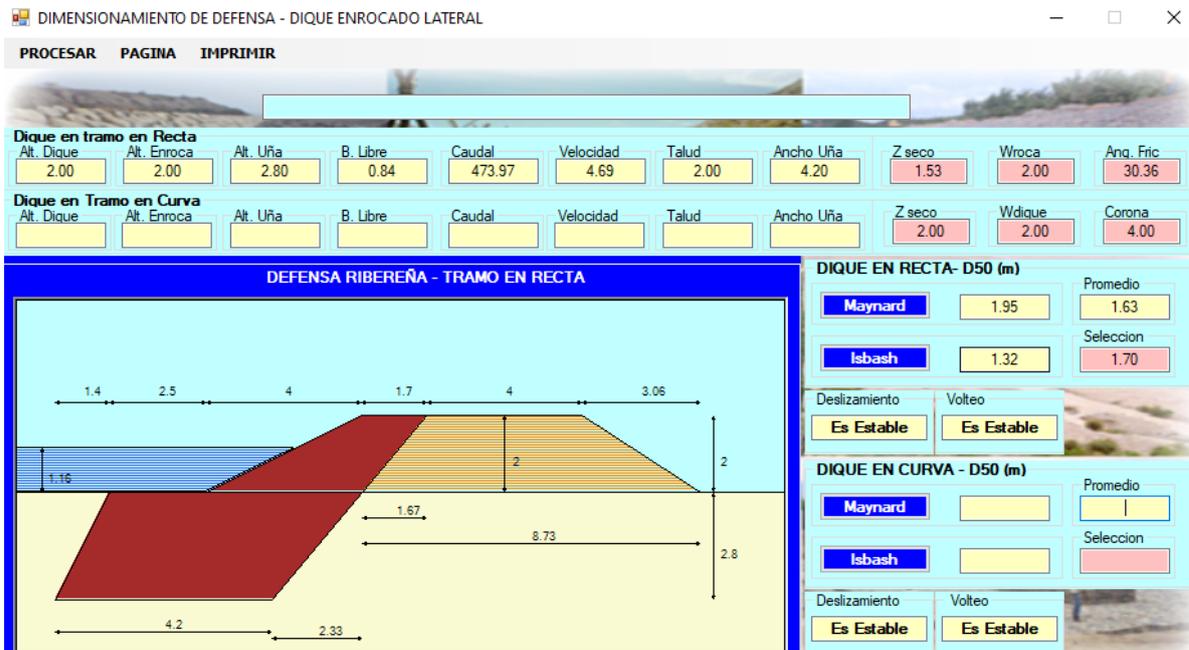
Deslizamiento	Volteo
Es Estable	Es Estable



Fuente: Software River.  
Elaboración Propia.

## Diseño final de defensas ribereñas (enrocado)

Tabla 39 Diseño dique enrocado



Fuente: Software River.  
Elaboración Propia.

## 4.5 Estructura de costos de obra

Tabla 40 Presupuesto de obra tipo muro enrocado

### Presupuesto

<b>Proyecto</b>	Análisis de diseño de protección de infraestructura de Baños Termales ante inundaciones del Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021						
<b>Sub-Proyecto</b>	<b>01 - MURO O DIQUE ENROCADO</b>						
<b>Cliente</b>	PROYECTO TESIS						
<b>Ubicación</b>	YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA					<b>Costo a :</b>	<b>Agosto - 2021</b>
<b>Localidad</b>	CHACAPI						
Item	Descripción	Unidad	Medido	Precio	Parcial	Subtotal	Total
<b>01</b>	<b>TRABAJO PRELIMINARES</b>						158,250.00
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00		
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	25,000.00	5.87	148,750.00		
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	6,500.00	6,500.00		
<b>02</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>						9,435.00
02.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00		
02.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	2,640.00	2,640.00		
02.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	1,175.00	1,175.00		
02.04	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	4.00	350.00	1,400.00		
02.05	SEÑALES INFORMATIVAS	UND	4.00	180.00	720.00		
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						1,126,977.53
03.01	CORTE DE TERRENO	M	4,000.00	174.14	698,560.00		
03.02	ENCAUSAMIENTO Y DESCOMALTACION DE RIO	M3	12,750.00	4.15	52,912.50		
03.03	ELIMINACION DE ROCAS EXISTENTES	M3	5,375.00	18.33	98,523.75		
03.04	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTACION	M3	17,466.00	8.08	141,125.28		
03.05	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL	M3	12,800.00	10.77	137,856.00		
<b>04</b>	<b>COLOCACION DE AFIRMADO Y FILTRO</b>						718,281.50
04.01	COLOCACION DE AFIRMADO Y COMPACTACION	M3	8,000.00	42.50	340,000.00		
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	M2	8,000.00	21.00	168,000.00		
04.03	FILTRO (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")	M3	3,575.00	58.82	210,281.50		
<b>05</b>	<b>ENROCADO</b>						213,520.50
05.01	EXTRACCION DE ROCA CON MAQUINARIA	M3	10,350.00	11.21	116,023.50		
05.02	ACOMODO DE ROCA EN DISEÑO DE DIQUE	M3	10,350.00	9.42	97,497.00		
	<b>COSTO DIRECTO</b>						2,226,464.53
	<b>GASTOS GENERALES</b>					5 %	111,323.23
	<b>UTILIDAD</b>					5 %	111,323.23
	<b>SUB TOTAL</b>						2,449,110.99
	<b>IGV</b>					18 %	440,839.98
	<b>PRESUPUESTO TOTAL EN EJECUCION</b>						2,889,950.97
	<b>SUPERVISION</b>						35,000.00
	<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>						2,924,950.97

Son : DOS MILLONES NOVECIENTOS VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA CON 97/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración Propia

(ver Anexo 8. Lista de insumos tipo muro enrocado).

## 4.6 Cronograma de avance de obra

Tabla 41 Calendario de obra tipo muro enrocado

### Calendario Valorizado de Avance de Obra

Obra : Análisis de diseño de protección de infraestructura de Baños Termales ante inundaciones del Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021  
 Ubicación : YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA  
 Costo A : Ago - 2021  
 Cliente : PROYECTO TESIS

Item	Descripción	Unid	Metrado	Precio Unitario	Parcial	PLAZO DE EJECUCION						TOTAL 195 Días	
						30 Días	30 Días	30 Días	30 Días	30 Días	30 Días		15 Días
<b>MURO O DIQUE ENROCADO</b>													
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>													
01.01	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	-	-	-	-	-	5,000.00	
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	25,000.00	5.87	146,750.00	73,375.00	73,375.00	-	-	-	-	146,750.00	
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	6,500.00	6,500.00	6,500.00	-	-	-	-	-	6,500.00	
<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>													
02.01	ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD E	GLB	1.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00	-	-	-	-	-	3,500.00	
02.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	-	-	-	-	-	2,640.00	
02.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	1,175.00	1,175.00	1,175.00	-	-	-	-	-	1,175.00	
02.04	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	4.00	350.00	1,400.00	1,400.00	-	-	-	-	-	1,400.00	
02.05	SEÑALES INFORMATIVAS	UND	4.00	180.00	720.00	720.00	-	-	-	-	-	720.00	
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>													
03.01	CORTE DE TERRENO	M	4,000.00	65.31	261,240.00	130,620.00	130,620.00	-	-	-	-	261,240.00	
03.02	ENCAUSAMIENTO Y DESCOMALTACION DE RIO	M3	12,750.00	4.15	52,912.50	-	26,193.10	23,719.40	-	-	-	52,912.50	
03.03	ELIMINACION DE ROCAS EXISTENTES	M3	5,375.00	18.33	98,523.75	-	-	35,578.02	62,945.73	-	-	98,523.75	
03.04	EXCAVACION DE ZANJAS PARA OMENTACION	M3	17,486.00	8.08	141,125.28	-	45,160.09	73,385.15	22,580.04	-	-	141,125.28	
03.05	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL	M3	12,800.00	10.77	137,856.00	-	-	77,544.00	60,312.00	-	-	137,856.00	
<b>COLOCACION DE AFIRMADO Y FILTRO</b>													
04.01	COLOCACION DE AFIRMADO Y COMPACTACION	M3	8,000.00	42.50	340,000.00	-	-	-	238,000.00	102,000.00	-	340,000.00	
04.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL	M2	8,000.00	21.00	168,000.00	-	-	-	5,600.00	145,600.00	16,800.00	168,000.00	
04.03	FILTRO (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")	M3	3,575.00	58.82	210,281.50	-	-	-	-	73,598.53	136,682.97	210,281.50	
<b>ENROCADO</b>													
05.01	EXTRACCION DE ROCA CON MAQUINARIA	M3	10,350.00	11.21	116,023.50	-	3,314.96	86,188.89	26,519.65	-	-	116,023.50	
05.02	ACOMODO DE ROCA EN DISEÑO DE DIQUE	M3	10,350.00	9.42	97,497.00	-	-	-	41,784.43	55,712.57	-	97,497.00	
<b>COSTO DIRECTO</b>					1,791,144.53	224,930.00	281,663.15	218,871.46	231,373.85	359,634.57	321,198.53	153,482.97	1,791,144.53
<b>GASTOS GENERALES</b>					89,557.23	11,246.50	14,083.16	10,943.57	11,568.69	17,981.23	16,059.93	7,674.15	89,557.23
<b>UTILIDAD</b>					89,557.23	11,246.50	14,083.16	10,943.57	11,568.69	17,981.23	16,059.93	7,674.15	89,557.23
<b>SUB TOTAL</b>					1,970,258.99	247,423.00	309,829.47	240,758.61	254,511.24	395,587.03	353,318.38	168,831.26	1,970,258.99
<b>IGV</b>					354,646.62	44,536.14	55,769.30	43,336.55	45,812.02	71,205.67	63,597.31	30,389.63	354,646.62
<b>PRESUPUESTO TOTAL EN EJECUCION</b>					2,324,905.61	291,959.14	365,598.77	284,095.16	300,323.26	466,792.69	416,915.69	199,220.90	2,324,905.61
<b>SUPERVISION</b>					35,000.00	4,395.26	5,503.86	4,276.87	4,521.18	7,027.27	6,276.41	2,999.15	35,000.00
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					2,359,905.61	296,354.40	371,102.63	288,372.03	304,844.44	473,819.97	423,192.10	202,220.04	2,359,905.61
<b>TOTAL ACUMULADO</b>					2,359,905.61	296,354.40	371,102.63	288,372.03	304,844.44	473,819.97	423,192.10	202,220.04	2,359,905.61
<b>PORCENTAJE DE AVANCE</b>					12.56%	15.73%	12.22%	12.92%	20.08%	17.93%	8.56%		
<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>					12.56%	28.29%	40.51%	53.43%	73.51%	91.44%	100.00%		

Fuente: Elaboración Propia

La ejecución de la obra se estima en 195 días calendarios ejecutando todas las partidas programadas según el costo directo ejecutado por administración indirecta por contrata. (ver Anexo 9. Análisis de costos tipo enrocado).

## 4.7 Contrastacion de hipotesis

Analizando Análisis de diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021. De acuerdo a las hipótesis planteadas:

Ha: El diseño de protección de los baños termales permitirá resistir ante los riesgos de las inundaciones río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021.

- Ha: Cumpliendo con la norma RNE TH 050, utilizando el software River se ha diseñado el enrocado con años de retorno de 50 años, con un caudal de 473,97 m<sup>3</sup>/s, con un tirante de 1.16 cumpliendo el dimensionamiento del enrocado. Los factores de periodo TP es de 0.6 y el periodo TI es de 2.0 Estando dentro del rango del Artículo 13.- Parámetros de Sitio (S, TP y TL) Se da respuesta a la hipótesis H0 se escogió diseño de enrocado recomendable para ríos con pendientes

fuertes, caudales fuertes en tiempo de lluvia , es un sistema de fácil de reparar y tiene mayor flexibilidad y el más económico como su mantenimiento.

H nula: El diseño de protección de los baños termales no permitirá resistir ante los riesgos de las inundaciones rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021.

- H nula: Se rechaza la que el diseño de protección de los baños termales no permitirá resistir ante los riesgos de las inundaciones del rio Colca.

H1: Es posible determinar el cálculo de las máximas avenidas que permitirá determinar el riesgo ante inundaciones del rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021,

- H1: De acuerdo a los resultados de la Tabla 07 Datos Meteorológicos estación – Chivay la tendencia de crecida de la lluvia es en función a la forma de la cuenca según el índice de Gravelius. Si el valor de Kc se acerca a la unidad la tendencia de crecida será mayor. Se determino en los resultados de los cálculos efectuados para determinar las máximas avenidas por el método del caudal instantáneo con el programa river por un tiempo de 50 años y caudal medio según el método de flotador de secciones transversales se acepta la H1, que permita determinar el riesgo ante inundaciones.

H2: Es posible fundar que los rendimientos de la mano de obra y horas maquina optimizaran recursos en la ejecución del diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del rio Colca,

- H2: De acuerdo a los resultados mostrados en el Anexo N° 08 se muestra la mano de obra representa un 14 % del monto de inversión y de la maquinaria representa un 42 % de la inversión. Se da respuesta a la hipótesis N° 02, donde se considera mano de obra y horas máquina.

H3: Comprobar que el tiempo de ejecución del diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del rio Colca contribuirá con la optimización en la construcción en Chacapi Yanque Arequipa 2021.

- H3: De acuerdo a los resultados mostrados en el Tabla N° 41 se considera 195 días calendarios ejecutando todas las partidas programadas según el costo directo ejecutado por administración indirecta por contrata. Se da respuesta a la hipótesis N° 03, donde se determina el tiempo de ejecución de la obra.

## V. DISCUSION

Los desastres ocasionados por los deslizamientos y socavamiento de aguas de ríos tienen mucha importancia,

DISCUSIÓN 1. Según (Ccorimanya Timoteo, Milagros Katherin Arequipa-2018) sus resultados de vulnerabilidad fueron medios y altos, ya que, en función a la ubicación, materia prima de construcción y sistemas de protección muestran cuan vulnerable es la zona. El estudio se encuentra en una zona medio, alto de vulnerabilidad ante el peligro de inundación fluvial, puesto que las áreas de cultivo y baños termales están cercas al rio y por falta de defensas ribereñas como protección de ribera.

DISCUSIÓN 2 según (Ccorimanya Timoteo, Milagros Katherin Arequipa-2018), explica que, la mitigación de los efectos de las inundaciones, es la construcción de un sistema de rocas a orillas del río en las colonias que son de mayor susceptibilidad a inundarse, esta medidas ha funcionado al aminorar un poco las afectaciones por el desbordamiento, pero la gente se queja que las obras no se realizaron con materiales de buena calidad y que no tardará mucho en venirse abajo por la fuerza que ejerce el río sobre él, al ver que existe una vulnerabilidad alta y muy alta en la zona. (Informe técnico Situación hidrológica de los Rios Coca- Majes) especifica que su proyecto de defensa ribereña con sistema enrocado permitirá la protección de zonas vulnerables ante las crecidas salvaguardando a aproximadamente 100 mil hectáreas de cultivo y también disminuyendo la erosión en laderas en ambas márgenes del río Colca, verificando así que existe una relación directa entre este tipo de protección y la vulnerabilidad de la zona. Respecto a los resultados de estadística obtenida en la presente investigación la vulnerabilidad de los baños termales y áreas de cultivo cerca la rio, muestran una vulnerabilidad muy alta y alta respecto al sistema enrocado, constatando así similitud con los antecedentes.

Mediante los resultados de la investigación se constata que un sistema enrocado reduce un porcentaje de vulnerabilidad, aunque el cálculo de socavación es mínima genera una protección ante las crecidas del caudal; además se realiza las verificaciones de estabilidad y análisis general mediante un programa geotécnico de diseño. Constatando así similitud con los antecedentes.

## VI. CONCLUSIONES

El análisis de diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021.

1. La población de Yanque viene sufriendo constantes peligros por los incrementos de las fuertes lluvias que ocasionan desbordes sobre todo en la faga marginal del cauce del río Colca tramo Chacapi – Caylloma es **Alto**.
2. El diseño de protección de la infraestructura de baños termales ante inundaciones del río Colca se ha definido un diseño estructural de protección ante inundaciones de defensa ribereña
3. El dimensionamiento estructural de protección de la infraestructura ante inundaciones del río Colca se ha definido una defensa ribereña de prevención de tipo enrocamiento volteo de rocas en los márgenes del río.
4. Los costos de la propuesta estructural de los baños termales ante inundaciones del río Colca es accesible por un monto de s/. 2,359,905.61 soles, estableciendo un 18% de mano de obra y 34% de horas máquina.
5. El tiempo de ejecución de diseño de infraestructura de protección ante las inundaciones del río Colca es optimizado en tiempo menor de 125 días calendario desde su inicio hasta su liquidación con la tecnología del enrocado volteo de rocas en la ejecución considerando los materiales existentes y la topografía adecuada de la zona.

## VII. RECOMENDACIONES

Los riesgos que se generan por efectos de la naturaleza tienen que ser mitigados según su grado bajo, medio y alto que permitan mitigar los riesgos.

- Se recomienda determinar el ancho estable de encauzamiento considerando; las características del río (material del cauce), faja marginal testimonio de los pobladores acerca de las inundaciones y contrastarlas con huellas hídricas de eventos anteriores que sirven de referencia.
- Se recomienda hacer campañas de capacitación - sensibilización, para que los pobladores entiendan que invadir la faja marginal los hace vulnerables al desborde del río durante un evento extraordinario.
- Se recomienda realizar labores de limpieza, eliminando vegetación ubicada dentro del cauce y en las zonas de inundación que el río no puede transportar, tratando de disminuir en lo mínimo la rugosidad del cauce, además de la eliminación de obstrucciones que generen riesgo (desmorte, estructuras abandonadas).
- El diseño de la estructura se debe de ejecutar como protección ante inundaciones de defensa ribereña de tipo enrocamiento volteo de rocas en los márgenes del río considerando los costos económicos factibles y tiempo de ejecución.

## REFERENCIAS.

1. Guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de protección de unidades productoras de bienes y servicios públicos frente a inundaciones a nivel de perfil. Lima, junio de 2012.
2. Guía simplificada para la PIP de servicios de protección frente a inundaciones. Lima diciembre de 2013
3. Informe técnico: evaluación de los escenarios de peligro hidrológico en los ríos Colca-Majes –Camana. Julio -2020
4. Informe técnico: Situación hidrológica en los ríos Colca - Majes Julio -2020
5. Diseño de la defensa ribereña para el balneario turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba. Marcia Zevallos - Loaiza Piura, octubre de 2015
6. Informe técnico: Situación hidrológica en los ríos Colca - Majes Julio -2020
7. “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río moche, entre el tramo Bello Horizonte – Bello Horizonte, Laredo Trujillo 2019” Díaz Medina, Olivier – Sánchez Naquiche, Percy Anderson. Trujillo- Peru 2020
8. Reglamento nacional de edificaciones 2016 CE.02 G.050 E.030 y TH.050
9. CENEPED SINAGERD INGEMMET Deslizamiento de Achoma ocurrido el 18 de junio del 2020
10. CENEPED SINAGERD INGEMMET Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masas en los distritos de Achoma, Yanque Ichupampa, Región Arequipa Provincia de Caylloma.

## **ANEXOS**

Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  DISEÑO HIDRÁULICO DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA	Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural.	Determinado por las crecidas del nivel del curso de agua significativamente mayor que el flujo medio del caudal del río.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenca hidrográfica del río Colca en la sección de influencia</li> <li>• Elemento Estructural protector del riesgo de caudal Hídrico del río Colca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RNE TH.050</li> <li>• Hidrología estadística de las estaciones</li> <li>• Periodo de retorno y vida útil de las estructuras de drenaje</li> <li>• Caudal de diseño</li> <li>• Analisis de suelos</li> <li>• Estudio topografico</li> </ul>	Nominal Nominal Nominal Razón Razón Razón
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  RIESGO DE INUNDACIÓN	Cantidad de agua por m3 que se desplaza en el río Colca. Deterioro según vida útil de la infraestructura por razones de crecidas del río Colca	Aparición de agua en varias áreas de la superficie de terrenos adyacentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevación del caudal del río Colca.</li> <li>• Evaluación del diseño de protección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Socavacion</li> <li>• Erosion</li> <li>• Tirante mínimo del caudal</li> <li>• Caudal Critico</li> <li>• Caudal máximo</li> <li>• Estructura de costos</li> <li>• Periodo de ejecucion</li> <li>• Diseño de defensas ribereñas</li> </ul>	Nominal Nominal Razón Razón Razón Razón Razón

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2 Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicador	Escala	Métodos y técnicas
<u>Problema general.</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál será el diseño de protección de la infraestructura de Baños Termales ante Inundaciones del Río Colca en Charapi Yanque Arequipa 2021?</li> </ul>	<u>Objetivo general</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el diseño de protección de la infraestructura de Baños Termales ante Inundaciones del Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021</li> </ul>	<u>Hipótesis general</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>El diseño de protección de los baños termales permitirá resistir ante los riesgos de las inundaciones Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021</li> </ul>	<b>Variable Independiente</b>  Diseño hidráulico de protección de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuenca hidrográfica del río Colca en la sección de influencia</li> <li>Elemento Estructural protector del riesgo de caudal Hídrico del río Colca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RNE TH.050</li> <li>Hidrología estadística de las estaciones</li> <li>Periodo de retorno y vida útil de las estructuras de drenaje</li> <li>Caudal de diseño de</li> <li>Análisis de suelos</li> <li>Estudio topográfico</li> </ul>	Nominal Nominal Razón Razón Razón Razón	Tipo y diseño de investigación.  Nivel. Esta investigación pertenece al nivel descriptivo,  Enfoque. Cuantitativo.  Tipo de Investigación. La presente investigación es del tipo aplicada Diseño de Investigación.
<u>Problema específicos</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál será el dimensionamiento estructural de protección de la infraestructura ante Inundaciones del Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021?</li> <li>¿Cuál será el costo de la propuesta estructural de los Baños Termales ante Inundaciones del Río</li> </ul>	<u>Objetivos específicos</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el dimensionamiento estructural de protección de la infraestructura ante Inundaciones del Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021</li> <li>Determinar los costos de la propuesta estructural de los Baños Termales ante Inundaciones del</li> </ul>	<u>Hipótesis específicos</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es posible determinar el cálculo de las máximas avenidas que permitirá determinar el riesgo ante Inundaciones del Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021</li> <li>Es posible establecer que los rendimientos</li> </ul>	<b>Variable Dependiente</b>  Riesgo de inundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caudal crítico</li> <li>Elevación del caudal del río Colca.</li> <li>Evaluación del diseño de protección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Socavacion</li> <li>Erosion</li> <li>Tirante mínimo del caudal</li> <li>Caudal Crítico</li> <li>Caudal máximo</li> <li>Estructura de costos</li> <li>Periodo de ejecución</li> </ul>	Nominal Nominal Razón Razón Razón Razón Razón	El diseño de ésta investigación no es experimental

<p>Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021?.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será el tiempo de ejecución de diseño de infraestructura de protección ante las inundaciones del Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021?.</li> </ul>	<p>Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicar el tiempo de ejecución de diseño de infraestructura de protección ante las inundaciones del Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021.</li> </ul>	<p>de la mano de obra y horas maquina optimizaran recursos en la ejecución del diseño de protección de Infraestructura de Baños Termales ante Inundaciones del Rio Colca</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que el tiempo de ejecución del diseño de protección de Infraestructura de Baños Termales ante Inundaciones del Rio Colca contribuirá con la optimización en la construcción en Chacapi Yanque Arequipa 2021</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de defensas ribereñas</li> </ul>		
---	---	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

# Anexo 3 Precipitaciones pluviales acumuladas

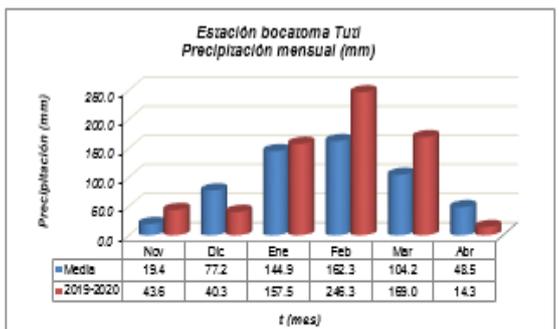
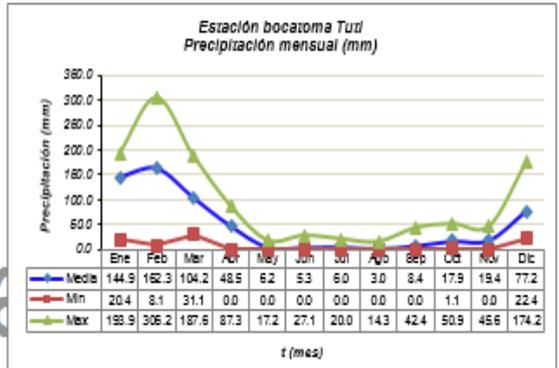
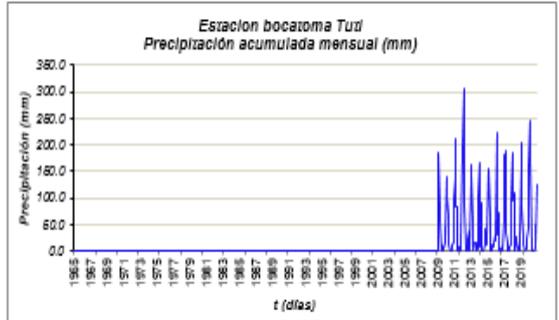
## SISTEMA REGULADO COLCA SIGUAS PRECIPITACIÓN ACUMULADA MENSUAL (mm) 2009 - 2021

Estación : BOC.TUTI      Latitud : 15° 32' S      Dpto. : AREQUIPA  
 Código : -----      Longitud : 71° 32' W      Prov. : CAYLLOMA  
 Cuenca : CAMANÁ      Altitud : 3,730 m.s.n.m.      Dist. : TUTI

Nro	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1	1965	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1966	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1986	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	2009	82.0	187.1	88.7	56.7	0.0	0.0	11.2	1.1	5.2	15.6	45.6	22.4	515.6
50	2010	140.2	103.5	67.7	27.7	10.0	0.0	0.2	0.0	8.3	11.2	13.7	99.3	481.8
51	2011	137.2	211.0	82.6	83.3	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	1.1	24.0	174.2	722.2
52	2012	193.9	306.2	122.3	87.3	6.5	0.0	1.2	0.0	21.9	39.3	1.7	130.6	910.9
53	2013	164.7	142.8	61.2	0.0	17.2	17.3	15.7	14.3	0.0	2.5	4.4	102.3	543.0
54	2014	165.6	8.1	90.5	32.4	1.9	0.0	0.0	11.2	42.4	34.4	10.5	28.2	425.2
55	2015	150.7	101.0	156.2	70.0	1.0	0.0	12.8	9.2	8.2	14.3	32.4	27.2	583.0
56	2016	20.4	222.6	31.1	71.0	1.7	9.5	0.0	0.0	0.0	7.0	1.9	56.0	421.2
57	2017	183.1	116.9	187.6	34.3	14.7	9.7	0.0	0.0	8.0	10.2	43.8	95.5	703.8
58	2018	185.9	96.6	110.7	72.6	1.6	27.1	20.0	0.5	0.0	6.8	0.0	26.1	547.9
59	2019	158.1	205.6	82.5	32.0	12.8	0.0	2.3	0.0	3.0	21.6	43.6	40.3	601.8
60	2020	157.5	246.3	163.0	14.3	7.4	0.0	0.0	0.0	3.8	50.9	11.5	123.3	784.6
61	2021	134.5	90.1	118.4	54.5									337.5
<b>Media</b>		144.9	162.3	104.2	48.5	6.2	5.3	6.0	3.0	8.4	17.9	19.4	77.2	603.4
DesvStd		48.9	82.0	46.8	28.6	6.2	8.9	7.3	5.3	12.4	15.7	17.7	50.7	149.6
Min		20.4	8.1	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	22.4	421.2
Max		193.9	306.2	187.6	87.3	17.2	27.1	20.0	14.3	42.4	50.9	45.6	174.2	910.9

Fuente: AUTODEMA.

" - ": Sin registro.



Anexo 4 Caudales acumulados

**SISTEMA REGULADO COLCA SIGUAS**  
**CAUDAL TOTAL EN TUTI - CAUDAL MEDIO MENSUAL (m<sup>3</sup>/s)**  
**1966 - 2020**

**Estación** : BOC. TUTI                      **Latitud** : 15° 32' S                      **Dpto.** : AREQUIPA  
**Código** : ---                                      **Longitud** : 71° 32' W                      **Prov.** : CAYLLOMA  
**Cuenca** : CAMANÁ                              **Altitud** : 3,730 m.s.n.m.                      **Dist.** : TUTI

Nro	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media
1	1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1965	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1966	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	1968	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1972	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1973	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	1982	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1986	95.3	125.7	176.8	123.4	49.4	29.3	19.0	13.4	6.4	5.4	5.4	16.2	55.5
27	1987	108.6	43.9	9.2	5.6	5.5	5.5	5.5	19.4	25.0	23.3	14.0	9.6	22.9
28	1988	59.2	68.2	57.3	74.8	15.9	3.6	8.0	7.9	17.2	28.0	22.3	15.4	32.0
29	1989	29.3	59.6	56.1	43.9	16.8	14.0	14.7	14.5	13.9	14.3	15.7	15.4	25.7
30	1990	21.9	13.6	12.5	39.2	7.7	8.2	8.3	6.9	7.1	8.3	13.9	22.9	14.2
31	1991	47.3	42.3	77.8	21.2	10.4	10.3	9.4	9.0	8.9	9.4	10.9	11.1	22.3
32	1992	13.5	12.2	12.4	10.8	10.0	8.3	8.2	7.7	8.6	8.9	8.9	9.7	9.9
33	1993	40.3	16.9	54.3	9.8	10.3	9.9	10.1	9.9	11.2	12.9	16.7	27.3	19.1
34	1994	113.0	242.5	56.1	44.6	27.9	15.8	14.6	14.7	15.2	15.2	15.7	19.0	49.5
35	1995	20.0	22.6	92.8	21.2	14.1	13.6	14.1	14.1	14.0	14.2	19.0	18.6	23.2
36	1996	47.8	87.1	36.5	29.4	16.1	14.5	14.1	15.3	15.5	16.0	16.3	18.6	27.3
37	1997	58.6	150.4	81.3	22.8	17.2	14.0	11.7	11.6	12.3	13.5	15.1	17.5	35.5
38	1998	56.7	64.0	32.2	22.5	15.6	14.9	14.1	14.1	14.1	14.7	16.1	16.3	24.6
39	1999	22.1	137.2	224.5	67.2	16.5	12.1	12.0	11.9	13.0	13.6	14.2	16.5	46.7
40	2000	62.2	141.7	151.8	20.1	15.4	14.4	12.8	12.4	12.6	14.5	13.7	16.5	40.7
41	2001	93.3	214.4	170.6	92.5	19.6	13.6	12.7	13.1	13.8	14.5	15.2	15.5	57.4
42	2002	16.8	103.1	134.7	75.4	24.4	13.9	13.5	12.7	12.4	14.2	15.7	16.4	37.8
43	2003	21.2	56.3	100.9	41.3	13.7	12.8	11.9	11.7	13.9	14.6	14.8	17.1	27.5
44	2004	61.4	90.6	52.9	47.0	8.6	10.8	13.7	12.6	13.3	15.0	15.2	15.6	29.7
45	2005	21.9	73.1	26.4	21.5	10.3	10.2	9.0	9.3	9.7	10.1	10.5	12.0	18.7
46	2006	55.0	88.6	156.4	59.8	14.6	12.3	11.8	12.4	13.4	15.1	15.9	18.3	39.5
47	2007	50.4	52.7	103.1	46.0	15.0	12.2	12.1	13.5	14.1	14.5	15.9	17.1	30.6
48	2008	64.7	53.6	36.6	13.1	12.1	10.7	10.4	10.9	12.7	13.1	13.6	14.8	22.2
49	2009	16.8	50.5	53.5	23.1	10.8	10.1	9.3	9.8	11.7	12.2	13.8	15.7	19.8
50	2010	51.2	71.4	38.4	17.5	12.0	11.4	11.5	11.8	13.0	13.4	14.1	18.3	23.7
51	2011	39.8	170.7	90.7	74.7	13.7	11.7	11.5	11.8	13.3	14.2	15.1	24.8	41.0
52	2012	124.8	330.0	124.3	112.3	19.3	12.1	11.7	12.9	13.4	14.2	14.5	38.5	69.0
53	2013	71.8	105.4	104.2	15.7	13.0	11.7	11.8	11.8	14.0	14.7	14.7	16.7	33.8
54	2014	43.6	16.9	24.2	11.4	9.3	9.1	8.4	8.6	9.8	11.9	11.5	10.8	14.6
55	2015	22.7	85.7	55.8	37.7	14.2	12.5	12.5	12.5	13.7	13.8	14.2	14.5	25.8
56	2016	13.2	77.4	18.7	13.0	10.6	9.7	9.6	9.9	11.1	11.8	12.7	13.0	17.6
57	2017	35.7	36.5	96.7	61.3	15.3	11.2	10.5	11.8	13.0	13.6	13.8	16.1	27.9
58	2018	49.3	75.1	179.4	22.8	12.9	11.5	11.6	11.0	13.3	14.0	14.2	14.4	35.8
59	2019	31.4	136.1	62.6	40.9	12.8	11.2	10.7	11.5	13.6	14.3	14.1	14.9	31.2
60	2020	30.8	113.3	126.7	43.8	12.6	11.1	11.3	12.2					45.2
<b>Media</b>		49.4	91.6	81.2	40.7	15.0	12.1	11.5	11.8	12.9	13.9	14.3	16.9	31.0
<b>DesvStd</b>		29.7	69.2	55.8	29.8	7.5	3.7	2.5	2.5	3.1	3.8	2.8	5.3	13.2
<b>Min</b>		13.2	12.2	9.2	5.6	5.5	5.5	5.5	6.9	6.4	5.4	5.4	9.6	9.9
<b>Max</b>		124.8	330.0	224.5	123.4	49.4	29.3	19.0	19.4	25.0	28.0	22.3	38.5	69.0

Fuente: AUTODEMA.

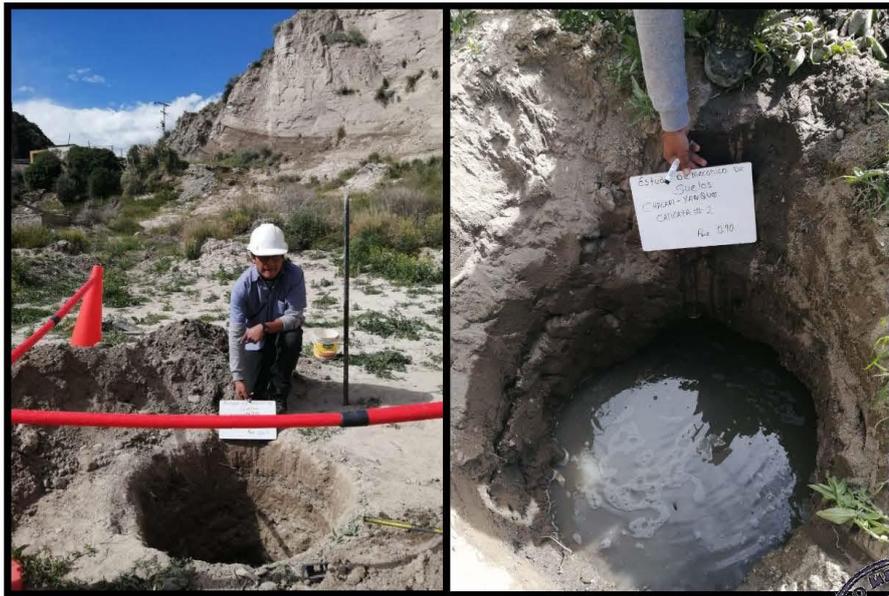
"-": Sin registro.



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**INFORME TECNICO:**

**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
CON FINES DE CIMENTACION**



**PROYECTO:**

**“MEJORAMIENTO DE LOS BAÑOS TERMALES  
TURISTICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACAPI DEL  
DISTRITO DE YANQUE - PROVINCIA DE CAYLLOMA -  
DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”.**

SOLICITANTES: MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAYLLOMA

UBICACION: LOCALIDAD DE CHACAPI – YANQUE – CAYLLOMA - AREQUIPA.

**MAYO DE 2021**

  
**Ing. Miguel Angel Toledo Romero**  
**C.I.P. 185388 - CIVIL**

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

**Zapata aislada cuadrada:**

Ancho de la cimentación : 1.20 m  
 Profundidad de Desplante Efectiva : 1.80 m  
**Zapata aislada cuadrada : So = 1.66 cm**

**Cimiento Corrido:**

Ancho de la cimentación : 0.80 m  
 Profundidad de Desplante Efectiva : 1.20 m  
**Cimiento corrido : So = 1.75 cm**

**8. PANEL FOTOGRAFICO**



CALICATA 01, FOTO DE DETALLE



**Ing. Miguel Angel Toledo Romero**  
C.I.P. 185388 - CIVIL



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



CALICATA 02, FOTO DE DETALLE.





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



CALICATA 02, FOTO PANDORAMICA.





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



CALICATA 03, FOTO DE DETALLE.





- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



CALICATA 04, FOTO DE DETALLE.



CALICATA 04, FOTO PANORAMICA 01



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

### 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El terreno presenta forma regular
- Las columnas estatigráficas presenta forma regular
- Los esfuerzos aplicados no deben exceder a la capacidad admisible.
- No extrapolar estos resultados.
- Los parámetros del ángulo de fricción y la carga admisible y asentamiento son únicos de la muestra obtenida en la excavación.
- Se ha podido determinar que la zona geomorfología es estable al efecto del depósito transitorio accidental
- El material predominante es de clasificación SUCS es SM
- Agresividad del suelo a la Cimentación: se ha considerado que el suelo no es agresivo para tal efecto se considerara utilizar cemento tipo IP
- Napa freática: se encontró napa freática hasta la profundidad de 0.90 m en la cota mas baja (calicata 03 y 04)
- Las cargas aplicadas para definir el dimensionamiento de la cimentación se realizan con cargas sin amplificar puesto que la capacidad de carga admisible se ha determinado con un factor de seguridad de 3.0 (esfuerzos admisibles)

Página | 29

Tipo de cimentación: Zapatas aisladas o conectada  
 Estrato de apoyo en la cimentación: Estrato II  
**Parámetros de diseño:**  
**Zapata aislada cuadrada:**  
 Ancho de la cimentación : 1.20 m  
 Profundidad de Desplante Efectiva : 1.80 m  
 Carga admisible zapata aislada cuadrada: : 2.52 kg/cm<sup>2</sup>  
 Asentamiento aislada cuadrada : So = 1.66 cm



**Cimiento Corrido:**  
 Ancho de la cimentación : 0.80 m  
 Profundidad de Desplante Efectiva : 1.20 m  
 Carga admisible cimiento corrido: : 1.76 kg/cm<sup>2</sup>  
 Asentamiento Cimiento corrido : So = 1.75 cm

- Los parámetros de diseño corresponden a las dimensiones del ancho de la zapata y la profundidad de desplante como valores mínimos, en el caso de que las fuerzas aplicadas al terreno sean mayores (cargas vivas y cargas muertas) incrementar estas dimensiones para que el parámetro de la carga admisible aumente.
- Los cuadros muestran la variación de capacidad de carga admisible el cual resulta dividiendo la capacidad de carga límite entre el factor de seguridad.
- Para el diseño de concreto simple trabajar según la Norma (E-060) diseño en rotura, además de considerar las cargas aplicadas de la Norma (E-020) y la Norma de Diseño Sismorresistente (E-030).
- Los parámetros del suelo, factor de uso son:

Factor de Zona (Z)	0.35 (Zona 3)
Tipo de Suelo	S2
Factor de Amplificación del Suelo (S)	1..15
Periodo Tp	0.6
Periodo Tl	2.0
Factor de Uso	1.0

Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL



**GEOINTEGRA S.A.C.**  
LABORATORIO DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO.

- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales

- Las conclusiones y Recomendaciones son válidas para la zona de estudio y para los niveles de cargas consideradas en el proyecto.

Página | 30

  
Ing. Miguel Angel Toledo Romero  
C.I.P. 185388 - CIVIL



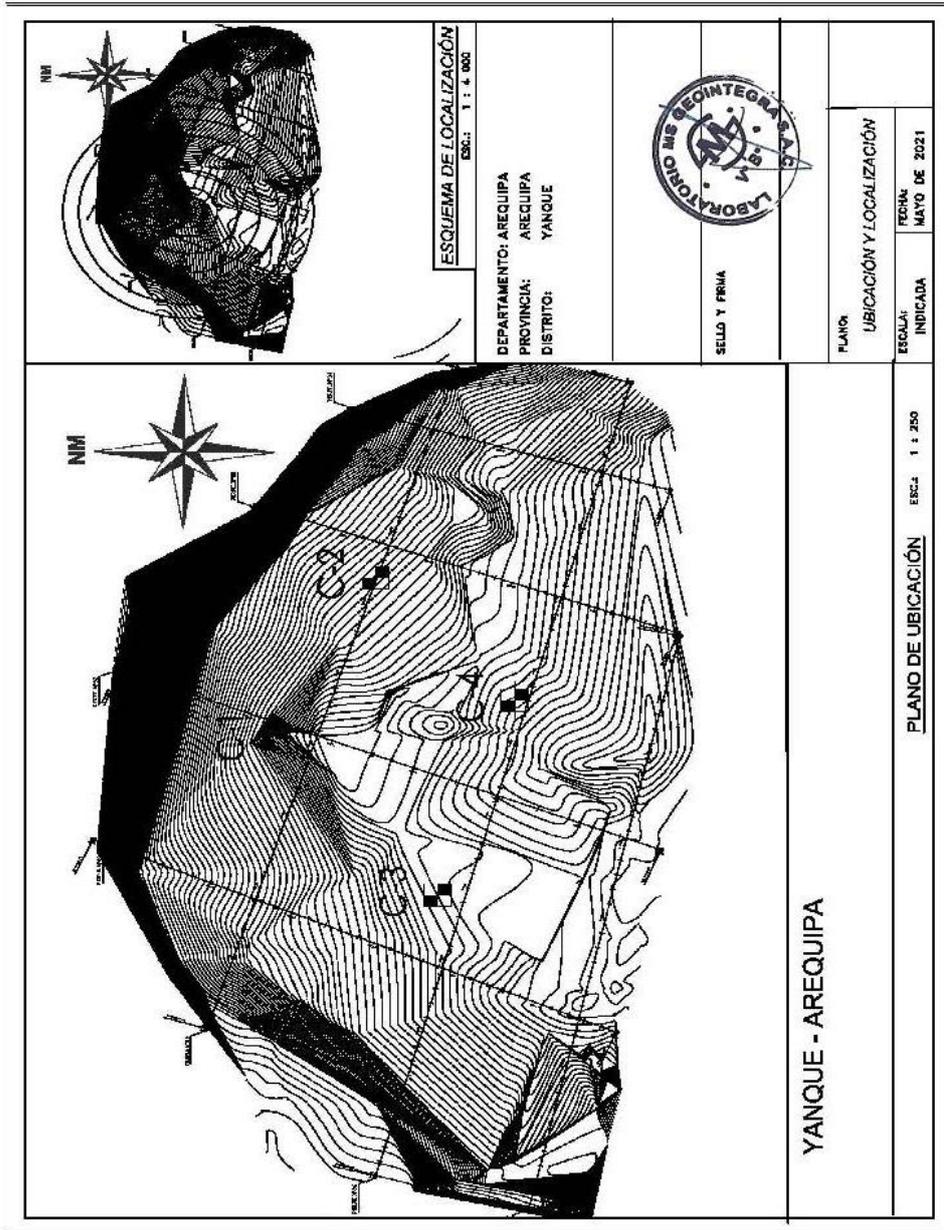
MSGEOINTEGRA S.A.C.  
RUC: 20604624666

EMAIL: msgeointegra@gmail.com  
FB: ms geointegra sac

CEL: 916251273  
922189857



- Estudio de Suelos para Carreteras y Edificaciones
- Mecánica de Rocas
- Análisis Químico de Suelos
- Análisis Químico de Agua
- Diseño de le Mezclas en Concreto y Asfalto en frío y caliente
- Análisis y ensayos de Materiales



# ESTUDIO HIDROLOGICO

## ÍNDICE

### 01. NOMBRE DEL PROYECTO

**“MEJORAMIENTO DE LOS BAÑOS TERMALES TURISTICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACAPI DEL DISTRITO DE YANQUE - PROVINCIA DE CAYLLOMA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”**

### 02. INTRODUCCION

El objetivo del presente estudio, está orientado a la determinación de los caudales de máximos que transitara la Av Chacapi, en el área alrededor del proyecto ya que se tiene un historial de aumento de caudal del rio Colca

Así mismo el presente estudio Hidrológico nos proporcionará información para el dimensionamiento de las tuberías, canales y obras hidráulicas, que conducirá el agua pluvial para la torrentera. En general la aplicación de la hidrológica superficial del diseño, tal como construcciones y operaciones de las obras civiles en hidráulica.

Según cuadros de información proporcionada por SENAMHI. Para la estimación de la Avenida Máxima en una corriente de agua se dispone de varios métodos de cálculo, los mismos que pueden ser agrupados en términos generales de la siguiente manera:

- Métodos empíricos
- Métodos históricos
- Métodos de correlación hidrológica de la cuenca
- Métodos directos o hidráulicos
- Métodos estadísticos o probabilísticas
- Métodos hidrológicos o de relación lluvia escurrimiento.

La utilización de estos métodos están en función de la información suficiente que se tenga; en nuestro caso debido a la escasez de suficiente información Hidrológica, emplearemos Método Estadístico o Probabilística, así como el método directo o hidráulico, haciendo una comparación de resultados, ya que la mayoría de las veces permite obtener información bastante útil y garantizada, sobre todo, debido a la posibilidad de fijar con buena precisión las alturas o niveles alcanzados en tiempos pasados y algunas veces remotos, esto por registros que se tengan. A partir de estos datos es posible determinar el gasto máximo instantáneo en cualquier momento. En

resumen, consiste en la utilización de estos métodos y fijar, en un tramo un caudal que pueda transitar las aguas residuales producto de las lluvias de temporada determinando la altura de las láminas de agua (elevaciones máximas alcanzadas por las aguas) y calcular a partir de ellas, el caudal máximo que las produjo.

### 03. ESTUDIO HIDROLOGICO

El estudio de hidrología del área del proyecto, tiene como principal objetivo calcular la Intensidad de lluvia de diseño y el Caudal máximo pico en m<sup>3</sup>/s, que se presentarán en la época de lluvias para los diferentes periodos de retorno propuestos, que servirán para diseñar las obras de drenaje pluvial localizadas en la zona del proyecto.

El RNE OS. 060, indica que toda habilitación urbana ubicada en localidades en donde se produzcan precipitaciones frecuentes con lluvias iguales o mayores a 10mm en 24horas, deberá contar en forma obligatoria con un sistema de alcantarillado pluvial.

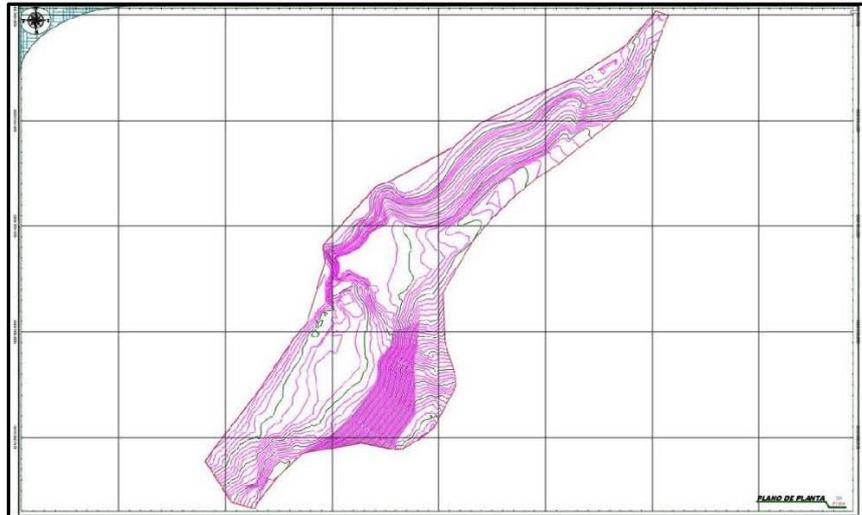
#### VISTA DEL PROYECTO A EJECUTARSE EN CAMANA



#### 03.01. RESULTADOS DEL ESTUDIO QUE SERÁN TOMADOS PARA EL DISEÑO

Luego de los trabajos preliminares tales como: Reconocimiento del ámbito del proyecto, recolección de información pluviométrica, cartográfica y trabajos de

topografía se procedió a digitalizar la información en el sistema CAD para determinar los parámetros en la Avenida Chacapi se procedió a definir la Micro-cuenca que conforman tramos de la vía.



### 03.02. REGISTROS DE PRECIPITACIÓN

Aunque la información pluviométrica constituye el parámetro "más aleatorio", los datos registrados históricamente; constituyen sin duda la fuente ideal o más óptima para un análisis estadístico de las variables hidrológicas.

Para el presente estudio de drenaje pluvial del Distrito de Chivay se usará la serie de precipitaciones máximas de 24 horas. Los registros para la estación Chivay se muestra en el cuadro siguiente.

## PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM/DIA) – ESTACIÓN CHIVAY

AÑO	MES	DIA	PRECIPITACION ACUMULADA	TEMPERATURA MAXIMA	TEMPERATURA MINIMA
2013	12	11	0	18	58
2013	12	12	2	182	38
2013	12	13	0	204	38
2013	12	14	42	202	46
2013	12	15	0	19	68
2013	12	16	0	204	42
2013	12	17	0	18	28
2013	12	18	0	204	16
2013	12	19	0	204	66
2013	12	20	0	214	18
2013	12	21	0	20	66
2013	12	22	0	21	54
2013	12	23	0	204	44
2013	12	24	0	204	22
2013	12	25	0	214	3
2013	12	26	0	22	26
2013	12	27	2	194	52
2013	12	28	16	182	64
2013	12	29	14	228	6
2013	12	30	8	194	68
2013	12	31	0	188	3
2014	1	1	0	18	34
2014	1	2	0	208	2
2014	1	3	0	218	2
2014	1	4	22	212	7
2014	1	5	3	202	54
2014	1	6	67	162	28
2014	1	7	119	18	78
2014	1	8	86	16	12
2014	1	9	28	20	48
2014	1	10	37	174	68
2014	1	11	0	234	6
2014	1	12	0	202	58
2014	1	13	55	214	58
2014	1	14	3	208	48
2014	1	15	34	21	72
2014	1	16	36	18	3
2014	1	17	0	188	52
2014	1	18	8	196	8
2014	1	19	118	188	62
2014	1	20	178	176	64

2014	1	21	0	21	4
2014	1	22	106	158	68
2014	1	23	0	156	66
2014	1	24	0	176	2
2014	1	25	0	176	2
2014	1	26	0	172	18
2014	1	27	0	184	1
2014	1	28	0	198	14
2014	1	29	0	204	14
2014	1	30	0	184	34
2014	1	31	0	196	34
2014	2	1	0	204	36
2014	2	2	0	208	62
2014	2	3	0	19	3
2014	2	4	0	186	12
2014	2	5	0	182	14
2014	2	6	0	175	14
2014	2	7	0	216	36
2014	2	8	0	194	34
2014	2	9	0	20	2
2014	2	10	0	212	1
2014	2	11	0	21	3
2014	2	12	0	206	28
2014	2	13	0	20	28
2014	2	14	0	188	22
2014	2	15	8	216	32
2014	2	16	0	212	28
2014	2	17	0	216	37
2014	2	18	0	198	38
2014	2	19	0	222	38
2014	2	20	0	212	38
2014	2	21	0	202	4
2014	2	22	4	218	34
2014	2	23	15	232	34
2014	2	24	29	208	66
2014	2	25	4	22	44
2014	2	26	0	228	42
2014	2	27	62	242	56
2014	2	28	5	208	4

**Fuente: SENAMHI – AREQUIPA**

Se presenta una precipitación máxima de 178 mm/día en el cuadro anterior, pero tomando en cuenta según norma los últimos 25 años se tiene una precipitación promedio mensual máxima de 29.03 mm/día.

### 03.03. FRECUENCIA Y PROBABILIDAD

La mayor parte de los sistemas hidrológicos son intrínsecamente aleatorios, porque su mayor entrada es la precipitación, un fenómeno altamente variable e impredecible. Por consiguiente, El análisis estadístico cumple un papel importante en el análisis hidrológico.

### 03.04. PRECIPITACION MAXIMA

Se define la Precipitación Máxima Probable, como la cantidad física de agua precipitable, bajo condiciones atmosféricas determinadas, cuya superación tiene una probabilidad muy baja de ocurrencia. Este criterio se utiliza para la verificación de seguridad en grandes obras donde la falla de las mismas involucra grandes riesgos de pérdidas humanas. No obstante, puede emplearse en obras de menor cuantía con un factor de minoración de la P.M.P. Para el análisis de las precipitaciones máximas se han utilizado los registros históricos máximos de 24 horas de 2 años (2013-2014) ya que son representativos.

### 03.05. AREA DE DRENAJE

Se determinó el área y forma de la microcuenca formado por la Avenida usando el programa Auto CAD siguiendo las pautas mencionadas en la norma peruana de Edificaciones.

### 03.06. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

La selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en considerar los efectos de:

- Características de la superficie.
- Tipo de área urbana.
- Intensidad de la lluvia (teniendo en cuenta su tiempo de retomo).
- Pendiente del terreno.
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto.

Para la determinación de la escorrentía se utilizará la siguiente tabla del RNE.

TABLA 1a del RNE: Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional

CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

## DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

superficie	C
Viviendas	0.8
Parques y jardines	0.45
Pistas y Veredas	0.95

## 03.07. 01.02.07. INTENSIDAD DE LA LLUVIA

La intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al del diseño de la obra de drenaje.

## COEFICIENTE DE DURACION DE LLUVIA

Lluvias entre 48 horas y una hora	
Duración de la Precipitación en horas	Coefficiente
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

"MEJORAMIENTO

DEL DISTRITO DE YANQUE - PROVINCIA DE

$$T = 0.3 \left( \left( \frac{L}{J} \right)^{0.25} \right)^{0.75}$$

Longitud del cauce principal "L"		Km
Pendiente Media "J"		m/Km
Tiempo de Concentración "T"		Horas

**CALCULO DE LA DURACION DE LA LLUVIA**

Longitud del cauce principal (L):	<b>0.283</b>	km
Pendiente Media (J):	<b>21.201</b>	m/km
Tiempo de Concentracion (T):	<b>0.13</b>	horas

Coficiente de duracion: 0.25

**PRECIPITACION DE DISEÑO**

I: **2.45** mm/dia

La precipitación mínima para hacer un diseño de drenaje pluvial es de 10 mm según norma OS-060 "DRENAJE PLUVIAL URBANO"

**03.08. CALCULO DE CAUDALES DE ESCURRIMIENTO**

Los caudales de escurrimiento serán calculados por lo menos según:

- El Método Racional, aplicable hasta áreas de drenaje no mayores a 13 Km<sup>2</sup>.
- Técnicas de hidrogramas unitarios podrán ser empleados para áreas mayores a 0.5 Km<sup>2</sup>, y definitivamente para áreas mayores a 13 Km<sup>2</sup>

**03.09. METODO RACIONAL**

Para áreas urbanas, donde el área de drenaje está compuesta de subáreas o subcuencas de diferentes características, el caudal pico proporcionado por el método racional viene expresado por la siguiente forma:

$$Q = 0.278 \cdot \sum_{j=1}^m C_i \cdot A_i$$

Donde:

- Q: Caudal pico m<sup>3</sup>/s
- I: Intensidad de la lluvia de diseño en mm/hora.
- A<sub>j</sub>: Área de drenaje de la j-ésima de las subcuencas en Km<sup>2</sup>
- C<sub>j</sub>: Coeficiente de escorrentía para la j-ésima subcuencas.
- m: Número de subcuencas drenadas por un alcantarillado.

Las subcuencas están definidas por las entradas o sumideros a los ductos y/o canalizaciones del sistema de drenaje.

La cuenca está definida por la entrega final de las aguas a un depósito natural o artificial, de agua (corriente estable de agua, lago, laguna, reservorio, etc).

#### DETERMINACION DEL CAUDAL DE ESCURRIMIENTO

$$Q=0.278 \cdot \sum_{j=1}^m C_j \cdot A_j$$

#### ZONAS

Viviendas  
Parques y jardines  
Pistas y Veredas

C	A (km <sup>2</sup> )	C*A
0.8	0.00612	0.00489563
0.45	0.00205	0.00092451
0.95	0.00595	0.00565333

Sumatoria: **0.01147347**

Caudal: 0.0032 m<sup>3</sup>/s

#### 03.10. PERIODO DE RETORNO

El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños.

El sistema mayor de drenaje deberá ser diseñado para el periodo de retorno de 25 años.

El diseñador podrá proponer periodos de retorno mayores a los mencionados según su criterio le indique que hay mérito para postular un mayor margen de seguridad debido al valor económico o estratégico de la propiedad a proteger.

#### 04. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La precipitación máxima en los últimos 25 años es de 29.03 mm por lo cual según norma OS-060 indica que será obligatorio que la zona urbana tenga un drenaje pluvial siempre en cuando la Precipitación máxima en los últimos 25 años sea mayor a 10mm,
- Se realizó un análisis por el método Racional por motivos de que el área de la microcuenca es menor a 13km<sup>2</sup> como estipula la norma.
- Como conclusión final se determinó que, por tener precipitación mínima, el agua escurrirá por los costados del adoquinado para ello se recomienda que se tenga en cuenta una pendiente considerable para que el agua escurra a las rejillas de drenaje.

Nombre del Proyecto:

#### 1.01. NOMBRE DEL PROYECTO

**“MEJORAMIENTO DE LOS BAÑOS TERMALES TURISTICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACAPI DEL DISTRITO DE YANQUE - PROVINCIA DE CAYLLOMA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”**

Generalidades

#### 2.01. ANTECEDENTES

El Expediente Técnico “MEJORAMIENTO DE LOS BAÑOS TERMALES TURISTICOS EN LA LOCALIDAD DE CHACAPI DEL DISTRITO DE YANQUE - PROVINCIA DE CAYLLOMA - DEPARTAMENTO DE AREQUIPA”, para el cumplimiento de sus objetivos y metas en su realización, requiere contar con el Levantamiento topográfico e Información complementaria correspondiente a fin de realizar el planteamiento adecuado para dicho proyecto.

Para tal efecto se ha realizado el levantamiento topográfico de toda el área que comprenderá dicho proyecto, teniendo especial énfasis en la parte correspondiente a los desniveles que se observaron en la inspección visual realizada para este estudio

##### 2.01.01. OBJETIVOS

El objetivo del estudio topográfico de la elaboración del expediente técnico del proyecto es mejorar el trazo y planteamiento inicial para la definición de las características geométricas y técnicas del lugar a intervenir. La obra permitiría la buena operatividad de los baños termales de Chacapi.

#### 2.02. UBICACION

##### 2.02.01. UBICACION

Ubicado geográficamente a 15° 39' 0" de latitud sur, 71° 39' 42" de longitud Oeste. Cuenta con una altitud media de 3420 m.s.n.m. Cuenta además con una superficie de 1111.00 km<sup>2</sup>, teniendo una población de 2137 habitantes según el censo nacional del 2007.

##### 2.02.02. UBICACIÓN DEL PROYECTO

- Localidad: Chacapi
- Distrito: Yanque
- Provincia: Caylloma
- Departamento: Arequipa

**LIMITES**

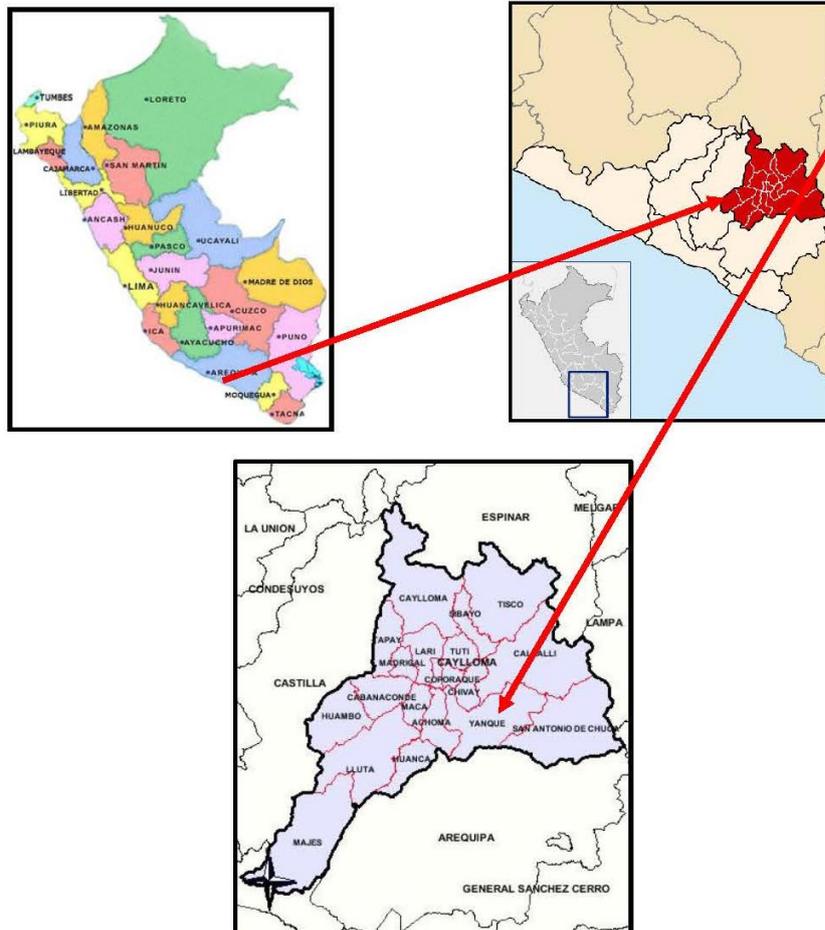
- ↳ Por el Norte con el distrito de Coporaque.
- ↳ Por el Sur con el distrito de Ichupampa
- ↳ Por el Este con el distrito de Ichupampa
- ↳ Por el Oeste con el distrito de Coporaque

**UBIGEO**

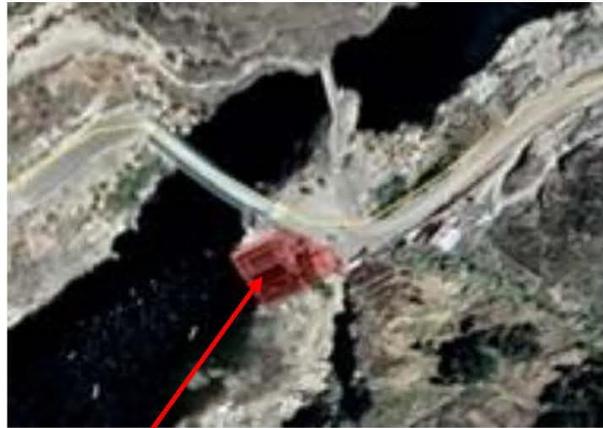
UBIGEO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO
04 05 19	AREQUIPA	CAYLLOMA	YANQUE

Las coordenadas geográficas del lugar de intervención se muestran a continuación:  
 -8267370.43 Este  
 -213726.33 Sur

**MACROLOCALIZACION DEL PROYECTO**



MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO



DISTRITO DE YANQUE

Ubicación del distrito de Caylloma, fuente: Google Map

## EQUIPOS Y METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

### 3.01. EQUIPOS

Los equipos utilizados GPS Diferencial south-logo GPS

- Estación móvil
  - 01 Marco diferencial
  - 01 antena
  - 01 controlador S10
  - 01 cinta métrica
  - 01 cargador de unidades de baterías
  - 01 poste retráctil
  - 01 cable de comunicación multifunción



- Estación base
  - 01 Marco principal

- 01 antena
- 01 radio 25w
- 01 cinta métrica
- 01 cargador de unidades de baterías y pilas
- 01 poste retráctil
- 01 cable de comunicación multifunción
- 01 cable de comunicación
- 01 antena de transmisión
- 01 poste de soporte
- 01 línea de cambio
- 01 baterías 12w



3.02. ENSAMBLAJE



CUADRO N°01

CARACTERISITCAS Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO TOPOGRAFICO USADO  
(GPS diferencial RTK SOUTK GALAXY G1)

Características	
01 receptor base con firmware RTK	1 Cargador para controladora
01 receptor rover con firmware RTK	1 Cable para PC/USB para controladora
01 radio modem externo para base de 35 watts (alcance de 20 km), incluye antena externa con soporte y tripie	1 Controladora de pantalla táctil a color con conexión bluetooth y en español
1 Estuche para Base y sus accesorios	1 Software de Post -Proceso Estático
1 Estuche para Rover y sus accesorios	1 Software Carlson SurvCE en español para la controladora con módulo GNSS activado
2 Baterías para Base con cargador dual (para una operación combinada de 10 horas)	1 Soporte para controladora
2 Baterías para Rover con cargador dual (para una operación combinada de 10 horas)	1 Trípode de aluminio para Base



### 3.03. METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

SOUTH Galaxy G1, es la nueva generación de sistema RTK integrado con un tamaño más pequeño y un diseño innovador, dirige la dirección de la nueva generación RTK con un excelente rendimiento, proporciona alta eficiencia e inteligencia para una experiencia amigable a los clientes. No es simplemente más pequeño, es mejor en todas partes.

### 3.04. FUNCIONAMIENTO

La estación diferencial capta las coordenadas de varios satélites para tener los datos con menores rangos de error, de aproximadamente 2cm. El funcionamiento es dejar la estación base y antena sobre unos trípodes, estos dos se encargan de captar los puntos escogidos y captar la señal respectivamente. Así mismo existe una estación móvil encargada de captar los datos necesarios a través de un controlador, que es el artefacto encargado de registrar los datos correlacionados con la estación base.

- **Controlador S10:** El SOUTH X11 está equipado con un poderoso chip integrado GNSS de 72 canales (GPS, GLONASS, BEIDOU, SBAS, QZSS), que también puede procesar los datos RTCM2.3 de CORS. Estas características abren la puerta a innumerables posibilidades de aplicación, lo que lo hace ideal para topografía SIG y otras aplicaciones basadas en mapas GPS.



## TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS

Los Servicios de Campo que conforman este Informe, están basados en la inspección ocular del terreno realizado en la localidad de Chacapi, ubicado en el Distrito de Caylloma ejecutados en concordancia a los Términos de Referencia, y coordinaciones efectuadas con el Gerente de Obras de la Municipalidad Distrital y las autoridades locales de la avenida antes mencionadas, y sobre todo tomando en cuenta que estos trabajos deben proporcionar la información necesaria para el desarrollo final de los diseños de las diferentes obras a ejecutarse.

En los levantamientos ejecutados se han procurado obtener todas las informaciones y características necesarias para la ubicación de las obras a proyectarse. El alcance de los servicios comprende la recopilación de datos de obras lineales.

En las actividades de campo se han ejecutado los siguientes trabajos:

### 4.01. Reconocimiento del Terreno

El reconocimiento del terreno se realizó con la finalidad de elegir el método de levantamiento más adecuado, que antes de iniciar las mediciones un reconocimiento previo de los puntos o hitos de colindantes del terreno por levantar; señalando o marcando por puntos topográficos, confeccionando al mismo tiempo un ligero croquis del terreno a levantar.

Por otro lado, se tuvo la presencia de autoridades para realizar la inspección ocular del terreno, para definir el área que lo corresponde a la zona Intervenir. Luego se realizó el recorrido por el terreno con el fin de no tener ciertos inconvenientes para realizar el estudio definitivo, así mismo se verifico las estructuras existentes y otros detalles importantes para el levantamiento topográfico. El Reconocimiento del terreno se realizó con la presencia de las autoridades locales. En el lugar se ha podido verificar que el terreno destinado contiene una construcción de condiciones malas por lo cual es necesario que sea implementado con obras de arte y una adecuada pavimentación para mejorar su funcionalidad.

#### 4.01.01. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO EXISTENTE

En la imagen se puede observar que el lugar esta como no operativo



*Imagen: 1 Foto de estado actual de los baños termales*



*Imagen: 2 Estado actual de los baños termales*

#### 4.02. MEDICIONES MANUALES

Realizadas con las dos winchas (5m y de 50m), con el objetivo de corroborar las mediciones realizados.

#### 4.03. OBTENCIÓN DE LOS BM'S

En este levantamiento topográfico se han realizado la toma de tres BM's los cuales fueron datos obtenidos en zonas estratégicas para el levantamiento topográfico y con la ayuda del GPS.

Los datos de los BM's que se obtuvieron fueron los siguientes:

<b>CUADRO DE BM'S - UTM WGS84</b>				
<b>N°</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
01	213720.3689	8267391.3820	3378.854	BM-01
02	213720.4251	8267391.4040	3378.848	BM-02
03	213908.5126	8267526.3850	3368.346	BM-03

#### 4.04. MEDICIONES CON GPS DIFERENCIAL.

Previamente se habrá definido el menor número de estaciones para el trabajo topográfico. Se realizarán la toma de medidas de los puntos considerados importantes y relevantes en el levantamiento topográfico, así como desniveles presentes en la zona de trabajo.

#### 4.05. TOMA DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS.

Con el objetivo de tener pruebas de haber llevado a cabo el levantamiento topográfico y como información de ayuda en el proceso de trabajo de gabinete.

### TRABAJOS DE GABINETE

Los trabajos de gabinete estuvieron orientados a determinar, a partir del levantamiento topográfico realizado, las coordenadas y cotas de los puntos principales. Procesando toda la información mediante un software computarizado.

La secuencia de los trabajos fue la siguiente:

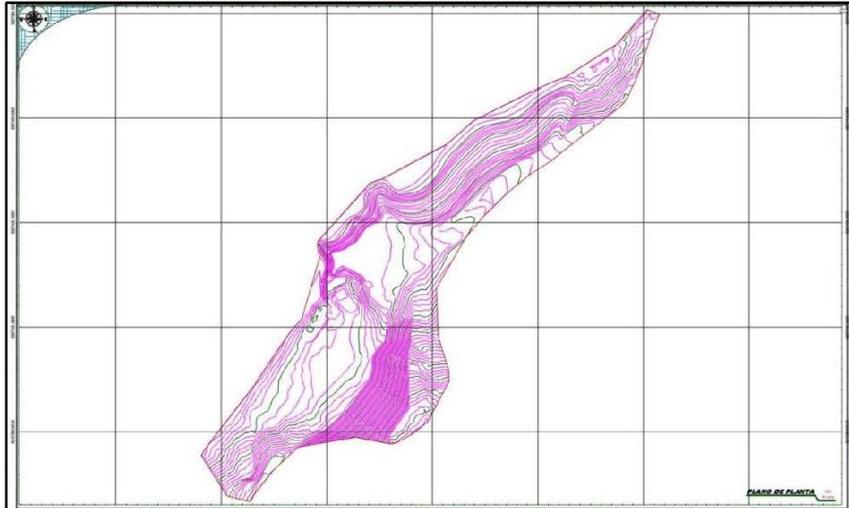
- Toma de datos de todos los puntos importantes, a fin de obtener las coordenadas y cotas a partir de distancias, ángulos horizontales y verticales.
- El procesamiento de la información se realizó mediante el software del equipo de topografía el cual exportó archivos gráficos y genéricos, con lo que se ploteo el dibujo en planta y la inserción de las curvas de nivel.
- Procesamiento de la información, coordenadas y cotas. Se realizó con el programa del equipo que ubica los puntos en base a sus coordenadas y determina las curvas a nivel, con una equidistancia de 1.00 m., a partir de las cotas calculadas.
- Dibujo del plano en AutoCAD; unión de puntos de acuerdo al croquis del levantamiento topográfico.
- Dibujo en AutoCAD del plano topográfico correspondiente a la Institución Educativa.
- Inserción de las curvas de nivel en el plano principal
- Ploteo de plano a escala indicada
- Elaboración del informe final

#### 5.01. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS TRABAJADOS

Se utilizó el programa Civil 3D en el cual ingresamos los datos previamente procesados presentados en el ítem anterior, se procedió a unir los puntos importados, con el objeto de obtener el croquis del plano, se realizaron procedimientos adicionales para obtener las curvas de nivel y los cortes respectivos de las zonas de interés para el Expediente Técnico.

## RESULTADOS

### 6.01. RESULTADOS DEL TRABAJO DE GABINETE



***Plano final del levantamiento topográfico incluyen curvas de nivel\****

\*Para Mayor definición de los resultados, ver los planos del levantamiento topográfico.

## PANEL FOTOGRÁFICO

### 7.01. TRABAJOS REALIZADOS EN CAMPO

#### ➤ LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:



*Imagen: 3 Levantamiento topográfico*



*Imagen: 4 Ubicación de punto BM-01*



*Imagen: 5 Ubicación de punto BM-02*



Imagen: 6 Ubicación del punto BM-03



Imagen: 6 Estado actual de la piscina

Anexo 8 Lista de insumos tipo muro enrocado

**Listado Total de Insumos**

**Proyecto** Análisis de diseño de protección de infraestructura de Bañar Tormalor ante inundaciones del Río Calca en

Chacapi Yanque Arequipa 2021

**Cliente** PROYECTO TESIS

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Carta n°:**

**Agosto - 2021**

<b>U</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
47	00006	CAPATAZ	HH	502.56	24.14	12,131.80
47	00006	TOPOGRAFO	HH	600.13	24.69	14,817.21
47	00007	OPERARIO	HH	889.75	23.80	21,176.05
47	00008	OFICIAL	HH	204.76	18.84	3,857.68
47	00009	PEON	HH	16,366.58	17.01	278,395.53
						<b>330,378.27</b>
<b>MATERIALES</b>						
05	00337	AFIRMADO	M3	6,400.49	22.00	140,810.78
05	00002	AGUA	M3	801.80	6.00	4,810.80
05	06222	GRAVA PARA FILTRO	m3	3,575.03	35.00	125,126.05
29	06952	AGUA PARA INGERIR DE 20 L	UND	25.00	25.00	625.00
29	05530	GEOTEXTIL	M2	8,000.67	17.50	140,011.73
29	06940	MALLA RASCHELL AL 90%	M2	25.00	12.00	300.00
29	06939	SE ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TF	q/b	1.00	3,500.00	3,500.00
29	06941	SOGA DE NYLON	kg	35.00	25.00	875.00
30	08306	BARRENO DE 7/8" x 3'	UND	12.47	280.00	3,491.60
30	08305	BARRENO DE 7/8" x 5'	UND	12.47	280.00	3,491.60
30	06950	LENTES DE SEGURIDAD (CAMBIO C/5 DIAS)	UND	50.00	5.00	250.00
30	03202	SUMINISTRO E INST. DE SEÑALES PREVENTIVAS	GLB	4.00	350.00	1,400.00
30	01352	YESO DE 28 Kg	BOL	3,030.13	25.00	75,753.25
32	01853	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB	1.00	5,000.00	5,000.00
37	06948	BOTINES DE CUERO CON PUNTA DE ACERO #41	PAR	10.00	45.00	450.00
37	06942	CASCO DE SEGURIDAD INCL BARBIQUEJO	UND	10.00	10.00	100.00
37	06946	CHALECO REFLECTIVO	UND	10.00	25.00	250.00
37	06944	FILTRO PARA POLVO	UND	10.00	3.00	30.00
37	06951	GUANTES (CAMBIO C/5 DIAS X 2 MESES)	par	50.00	5.50	275.00
37	06953	PROTECTOR DE OIDOS TAPON (CAMBIO C/15 DIAS X 2 MESES)	PAR	15.00	3.00	45.00
37	06945	RESPIRADORES DE SILICONA	UND	10.00	15.00	150.00
37	06943	TAPA SOL DE TELA	UND	10.00	10.00	100.00
37	06947	UNIFORME MAMELUCO PARA OBRERO	UND	10.00	36.50	365.00
43	04533	ESTACAS	P2	2,501.07	3.10	7,753.32
43	06846	SEÑALES INFORMATIVAS DE 90 X 150 CM	UND	4.00	180.00	720.00
						<b>515,684.13</b>
<b>EQUIPO</b>						
32	06826	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION TOTAL	GLB	1.00	6,500.00	6,500.00
37	00004	HERRAMIENTAS MANUALES	x/MO			15,030.45
48	00348	CAMION VOLQUETE 10 M3.	HM	256.08	60.00	15,364.80
48	06873	CARGADOR FRONTAL	hm	900.12	250.00	225,030.00
48	06864	ESTACION TOTAL	hm	1,400.23	14.25	19,953.28
49	08304	BOMBA DE AGUA 0.75 HP	HM	396.63	12.00	4,759.56
49	00383	COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	HM	552.32	22.00	12,151.04
49	08302	EXCAVADORA 200 HP CAT	HM	2,348.34	250.00	587,085.00
49	00109	MARTILLO NEUMATICO DE 21 Kg.	HM	552.24	25.00	13,806.00
49	08303	TRACTOR DE ORUGA 400 HP CAT	HM	227.01	200.00	45,402.00
						<b>945,082.13</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>1,791,144.53</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>						<b>89,557.23</b>
<b>UTILIDAD</b>						<b>89,557.23</b>
<b>SUB TOTAL</b>						<b>1,970,258.99</b>
<b>IGV.</b>						<b>354,646.62</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL EN EJECUCION</b>						<b>2,324,905.61</b>
<b>SUPERVISION</b>						<b>35,000.00</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>						<b>2,359,905.61</b>

**Sum :** DOS MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS CINCO CON CUATRO CIENTOS SOLES

## Anexo 9 Análisis de costos tipo muro enrocado

### Análisis de Costos Unitarios

**Proyecto** Análisis de diseño de protección de infraestructura de Baños Termales ante inundaciones del Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

**Sub Presupuesto** 01 - MURO O DIQUE ENROCADO

**Cliente** PROYECTO TESIS

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Costo a :** Agosto - 2021

Partida	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>01.01</b>		TRANSPORTE DE MATERIALES					Rend: 1.0000 GLB/DIA
		Materiales					
	32 01853	TRANSPORTE DE MATERIALES	GLB		1.0000	5,000.00	5,000.00
							5,000.00
							<b>Costo Unitario por GLB : 5,000.00</b>
<b>01.02</b>		TRAZO Y REPLANTEO					Rend: 500.0000 M2/DIA
		Mano de Obra					
	47 00086	TOPOGRAFO	HH	1.500	0.0240	24.69	0.59
	47 00009	PEON	HH	4.000	0.0640	17.01	1.09
							1.68
		Materiales					
	30 01352	YESO DE 28 Kg	BOL		0.1212	25.00	3.03
	43 04533	ESTACAS	P2		0.1000	3.10	0.31
							3.34
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.68	0.05
	48 06864	ESTACION TOTAL	hm	3.500	0.0560	14.25	0.80
							0.85
							<b>Costo Unitario por M2 : 5.87</b>
<b>01.03</b>		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO					Rend: - GLB/DIA
		Equipo					
	32 06826	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION TOTAL	GLB		1.0000	6,500.00	6,500.00
							6,500.00
							<b>Costo Unitario por GLB : 6,500.00</b>
<b>02.01</b>		ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO					Rend: - GLB/DIA
		Materiales					
	29 06939	SC ELABORACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRAE	glb		1.0000	3,500.00	3,500.00
							3,500.00
							<b>Costo Unitario por GLB : 3,500.00</b>
<b>02.02</b>		EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					Rend: 1.0000 GLB/DIA
		Materiales					
	29 06952	AGUA PARA INGERIR DE 20 L	UND		25.0000	25.00	625.00
	30 06950	LENTES DE SEGURIDAD (CAMBIO C/5 DIAS)	UND		50.0000	5.00	250.00
	37 06948	BOTINES DE CUERO CON PUNTA DE ACERO #41	PAR		10.0000	45.00	450.00
	37 06942	CASCO DE SEGURIDAD INCL BARBIQUEJO	UND		10.0000	10.00	100.00
	37 06946	CHALECO REFLECTIVO	UND		10.0000	25.00	250.00
	37 06944	FILTRO PARA POLVO	UND		10.0000	3.00	30.00
	37 06951	GUANTES (CAMBIO C/5 DIAS X 2 MESES)	par		50.0000	5.50	275.00
	37 06953	PROTECTOR DE OIDOS TAPON (CAMBIO C/15 DIAS X 2MESES)	PAR		15.0000	3.00	45.00
	37 06945	RESPIRADORES DE SILICONA	UND		10.0000	15.00	150.00
	37 06943	TAPA SOL DE TELA	UND		10.0000	10.00	100.00
	37 06947	UNIFORME MAMELUCO PARA OBRERO	UND		10.0000	36.50	365.00
							2,640.00
							<b>Costo Unitario por GLB : 2,640.00</b>

## Análisis de Costos Unitarios

**Proyecto** Análisis de diseño de protección de infraestructura de Baños Termales ante inundaciones del Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

**Sub Presupuesto** 01 - MURO O DIQUE ENROCADO

**Cliente** PROYECTO TESIS

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Costo a:** Agosto - 2021

Partida	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>02.03</b>		EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA					Rend: 1.0000 GLB/DIA
		Materiales					
	29 06940	MALLA RASCHELL AL 90%	M2		25.0000	12.00	300.00
	29 06941	SOGA DE NYLON	kg		35.0000	25.00	875.00
							1,175.00
							<b>Costo Unitario por GLB : 1,175.00</b>
<b>02.04</b>		SEÑALES PREVENTIVAS					Rend: 1.0000 UND/DIA
		Materiales					
	30 03202	SUMINISTRO E INST. DE SEÑALES PREVENTIVAS	GLB		1.0000	350.00	350.00
							350.00
							<b>Costo Unitario por UND : 350.00</b>
<b>02.05</b>		SEÑALES INFORMATIVAS					Rend: - UND/DIA
		Materiales					
	43 06846	SEÑALES INFORMATIVAS DE 90 X 150 CM	UND		1.0000	180.00	180.00
							180.00
							<b>Costo Unitario por UND : 180.00</b>
<b>03.01</b>		CORTE DE TERRENO					Rend: 40.0000 MDIA
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.200	0.0400	24.14	0.97
	47 00009	PEON	HH	4.000	0.8000	17.01	13.61
							14.58
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	14.58	0.73
	49 08302	EXCAVADORA 200 HP CAT	HM	1.000	0.2000	250.00	50.00
							50.73
							<b>Costo Unitario por M : 65.31</b>
<b>03.02</b>		ENCAUSAMIENTO Y DESCOMALTACION DE RIO					Rend: 450.0000 M3/DIA
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.200	0.0036	24.14	0.09
	47 00009	PEON	HH	1.550	0.0276	17.01	0.47
							0.56
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.56	0.03
	49 08303	TRACTOR DE ORUGA 400 HP CAT	HM	1.000	0.0178	200.00	3.56
							3.59
							<b>Costo Unitario por M3 : 4.15</b>
<b>03.03</b>		ELIMINACION DE ROCAS EXISTENTES					Rend: 150.0000 M3/DIA
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.170	0.0091	24.14	0.22
	47 00009	PEON	HH	5.000	0.2667	17.01	4.54
							4.76
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.76	0.24
	49 08302	EXCAVADORA 200 HP CAT	HM	1.000	0.0533	250.00	13.33

## Análisis de Costos Unitarios

**Proyecto** Análisis de diseño de protección de infraestructura de Baños Termales ante inundaciones del Rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

**Sub Presupuesto** 01 - MURO O DIQUE ENROCADO

**Cliente** PROYECTO TESIS

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Costo a:** Agosto - 2021

							13,57
							<b>Costo Unitario por M3 : 18,33</b>
<b>Partida</b>	<b>03.04</b>	EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMENTACION			<b>Rend:</b>	350.0000 M3/DIA	
	<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.200	0.0046	24.14	0.11
	47 00009	PEON	HH	5.000	0.1141	17.01	1.94
							2.05
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.05	0.06
	49 08304	BOMBA DE AGUA 0.75 HP	HM	1.000	0.0228	12.00	0.27
	49 08302	EXCAVADORA 200 HP CAT	HM	1.000	0.0228	250.00	5.70
							6.03
							<b>Costo Unitario por M3 : 8.08</b>
<b>Partida</b>	<b>03.05</b>	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL			<b>Rend:</b>	400.0000 M3/DIA	
	<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
		Mano de Obra					
	47 00006	CAPATAZ	HH	0.200	0.0040	24.14	0.10
	47 00009	PEON	HH	5.500	0.1100	17.01	1.87
							1.97
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.97	0.10
	48 00348	CAMION VOLQUETE 10 M3.	HM	1.000	0.0200	60.00	1.20
	48 06873	CARGADOR FRONTAL	hm	0.500	0.0100	250.00	2.50
	49 08302	EXCAVADORA 200 HP CAT	HM	1.000	0.0200	250.00	5.00
							8.80
							<b>Costo Unitario por M3 : 10.77</b>
<b>Partida</b>	<b>04.01</b>	COLOCACION DE AFIRMADO Y COMPACTACION			<b>Rend:</b>	120.0000 M3/DIA	
	<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0667	23.80	1.59
	47 00009	PEON	HH	5.000	0.3333	17.01	5.67
							7.26
		Materiales					
	05 00337	AFIRMADO	M3		0.8000	22.00	17.60
	05 00002	AGUA	M3		0.1000	6.00	0.60
							18.20
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.26	0.36
	48 06873	CARGADOR FRONTAL	hm	1.000	0.0667	250.00	16.68
							17.04
							<b>Costo Unitario por M3 : 42.50</b>
<b>Partida</b>	<b>04.02</b>	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOTEXTIL			<b>Rend:</b>	180.0000 M2/DIA	
	<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0444	23.80	1.06
	47 00009	PEON	HH	3.000	0.1333	17.01	2.27
							3.33
		Materiales					
	29 05530	GEOTEXTIL	M2		1.0000	17.50	17.50
							17.50

## Análisis de Costos Unitarios

**Proyecto** Análisis de diseño de protección de infraestructura de Baños Termales ante inundaciones del Río Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021

**Sub Presupuesto** 01 - MURO O DIQUE ENROCADO

**Cliente** PROYECTO TESIS

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Costo a:** Agosto - 2021

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
37 00004	Equipo HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.33	0.17
						0.17
<b>Costo Unitario por M2 :</b>						<b>21.00</b>

Partida	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>04.03</b>		FILTRO (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")				Rend:	120.0000 M3/DIA
		Mano de Obra					
47 00009		PEON	HH	6.000	0.4000	17.01	6.80
							6.80
		Materiales					
05 06822		GRAVA PARA FILTRO	m3	1.0000	35.00		35.00
							35.00
		Equipo					
37 00004		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.80	0.34
48 06873		CARGADOR FRONTAL	hm	1.000	0.0667	250.00	16.68
							17.02
<b>Costo Unitario por M3 :</b>						<b>58.82</b>	

Partida	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>05.01</b>		EXTRACCION DE ROCA CON MAQUINARIA				Rend:	300.0000 M3/DIA
		Mano de Obra					
47 00006		CAPATAZ	HH	0.200	0.0053	24.14	0.13
47 00008		OFICIAL	HH	0.500	0.0133	18.84	0.25
47 00009		PEON	HH	2.000	0.0533	17.01	0.91
							1.29
		Materiales					
30 08306		BARRENO DE 7/8" x 3'	UND		0.0012	280.00	0.34
30 08305		BARRENO DE 7/8" x 5'	UND		0.0012	280.00	0.34
							0.68
		Equipo					
37 00004		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.29	0.06
49 00383		COMPRESORA NEUMATICA 93 HP 335-375 PCM	HM	2.000	0.0533	22.00	1.17
49 08302		EXCAVADORA 200 HP CAT	HM	1.000	0.0267	250.00	6.68
49 00109		MARTILLO NEUMATICO DE 21 Kg.	HM	2.000	0.0533	25.00	1.33
							9.24
<b>Costo Unitario por M3 :</b>						<b>11.21</b>	

Partida	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>05.02</b>		ACOMODO DE ROCA EN DISEÑO DE DIQUE				Rend:	250.0000 M3/DIA
		Mano de Obra					
47 00006		CAPATAZ	HH	0.180	0.0058	24.14	0.14
47 00008		OFICIAL	HH	0.200	0.0064	18.84	0.12
47 00009		PEON	HH	2.000	0.0640	17.01	1.09
							1.35
		Equipo					
37 00004		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.35	0.07
49 08302		EXCAVADORA 200 HP CAT	HM	1.000	0.0320	250.00	8.00
							8.07
<b>Costo Unitario por M3 :</b>						<b>9.42</b>	

## Anexo 10 Cálculo de diseño de gaviones - tipo 1 x 1 x 1

### PARAMETROS DEL TERRENO

Coefficiente de Presión Activa ( $K_a$ )= **0.33**

Densidad del terreno ( $\gamma_s$ )= **1.530** tf/m<sup>3</sup>

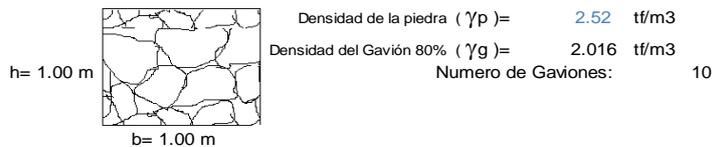
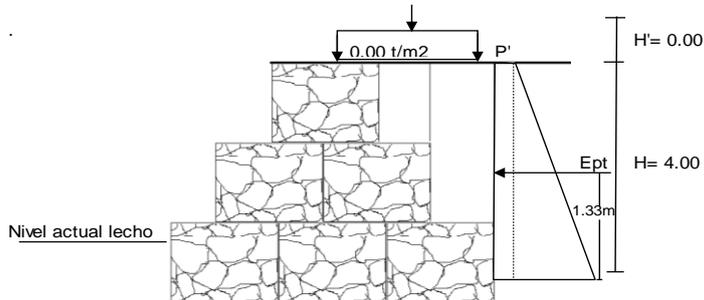
Altura libre de diseño (H)= **4.00** m

Sobre carga (w)= **0.00** t/m<sup>2</sup>

Altura (Sobre carga H')= **0.00** m

Nota: el coeficiente de presión activa dado por el Ing. de suelos contiene los efectos dinámicos que el terreno causa sobre el muro en un sismo

### Muro Tipo 1 x 1 ALTURA TOTAL 4.00 m



### DISTRIBUCION DE PRESIONES

$$P = K_a \cdot \gamma_s \cdot H = 2.020 \text{ t/m/m}$$

$$P' = K_a \cdot \gamma_s \cdot H' = 0.00 \text{ t/m/m}$$

### CALCULO DE EMPUJE ACTIVO

$$E_{pt} = H(P/2 + P') = 4.039 \text{ t/m}$$

$$\text{Brazo} = H^2(P/2 + P') / E_{pt} = 1.33 \text{ m}$$

### FUERZAS RESISTENTES:

ELEMENTO	FUERZA ( tf/m )	BRAZO ( m )	MOMENTO ( tf*m/m )
Gaviones	21.370	2.000	42.739
Cuñas de Relleno	4.820	3.417	16.468
<b><math>\Sigma F_{vo}</math></b>	<b>26.189</b>		<b><math>\Sigma M_{vo}</math></b> = 59.207

### FUERZAS ACTUANTES:

$$\Sigma F_y = (E_p - E_a) = 4.039 \text{ t/m}$$

### MOMENTO POR VOLCAMIENTO

$$\Sigma M_y = E_{pt} \cdot \text{brazo} = 5.39 \text{ tf*m/m}$$

### FACTOR DE SEGURIDAD A VOLCAMIENTO: caso de relleno en un solo lado

$$\Sigma M_y / \Sigma M_{vo} = 10.99 \geq 2.00 \quad \text{OK}$$

### FACTOR DE SEGURIDAD A DESLIZAMIENTO: caso de relleno en un solo lado

$$F = f \cdot \Sigma FV = 13.09$$

$$f = 0.5$$

$$\beta = F / \Sigma F_h = 3.24 \geq 1.50 \quad \text{OK}$$

### POSICION DE LA RESULTANTE:

#### PUNTO DE APLICACIÓN DE LA NORMAL

$$x = \Delta \Sigma M_{vo} / \Sigma F_{vo} = \frac{59.207 - 5.386}{26.189} = 2.06 \text{ m}$$

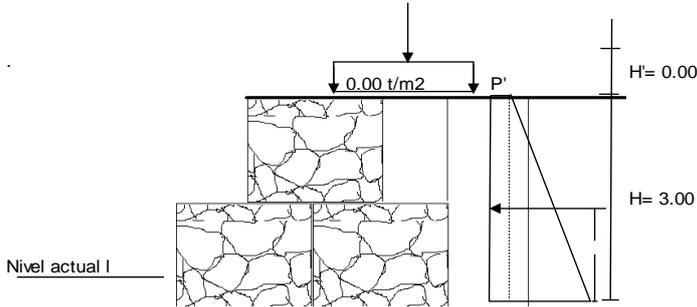
#### CALCULO DE EXENTRIDAD

$$e = (L/2) - x = 2.000 - 2.06 = -0.06 < e_{max} = (L/6) = 0.67 \quad \text{OK}$$

**VERIFICANDO EN EL SEGUNDO BLOQUE**

**PARAMETROS DEL TERRENO**

Coeficiente de Presión Activa (Ka)= **0.33**  
 Densidad del terreno ( $\gamma_s$ ) = **1.530** tf/m<sup>3</sup>  
 Altura libre de diseño (H) = **3.00** m  
 Sobre carga (w) = **0.00** t/m<sup>2</sup>  
 Altura (Sobre carga H') = **0.00** m



Densidad de la piedra ( $\gamma_p$ ) = **2.30** tf/m<sup>3</sup>  
 Densidad del Gavión 80% ( $\gamma_g$ ) = **1.84** tf/m<sup>3</sup>  
 Numero de Gaviones: **6**  
 h = 1.00 m  
 b = 1.00 m

**DISTRIBUCION DE PRESIONES**

$P = K_a \cdot \gamma_s \cdot H = 1.515$  t/m/m  
 $P' = K_a \cdot \gamma_s \cdot H' = 0.00$  t/m/m

**CALCULO DE EMPUJE ACTIVO**

$E_{pt} = H(P/2 + P') = 2.272$  t/m  
 Brazo =  $H^2(P/2 + P6)/E_{pt} = 1.00$  m

**FUERZAS RESISTENTES:**

ELEMENTO	FUERZA ( tf/m )	BRAZO ( m )	MOMENTO ( tf*m/m )
Gaviones	11.813	1.500	17.719
Cuñas de Relleno	2.295	2.583	5.928
<b><math>\Sigma F_{vo} =</math></b>	<b>14.108</b>	<b><math>\Sigma M_{vo} =</math></b>	<b>23.647</b>

**FUERZAS ACTUANTES:**

$\Sigma F_y = (E_p - E_a) = 2.27$  t/m

**MOMENTO POR VOLCAMIENTO**

$\Sigma M_y = E_{pt} \cdot \text{brazo} = 2.27$  tf\*m/m

**FACTOR DE SEGURIDAD A VOLCAMIENTO:** caso de relleno en un solo lado

$\Sigma M_y / \Sigma M_{vo} = 10.41 \geq 2.00$  **OK**

**FACTOR DE SEGURIDAD A DESLIZAMIENTO:** caso de relleno en un solo lado

$F = f \cdot \Sigma FV = 7.05$

f = 0.5

$\beta = F / \Sigma F_h = 3.10 \geq 1.50$  **OK**

**POSICION DE LA RESULTANTE:**

**PUNTO DE APLICACIÓN DE LA NORMAL**

$x = \Delta \Sigma M_{vo} / \Sigma F_{vo} = \frac{23.647 - 2.272}{14.108} = 1.52$  m

**CALCULO DE EXENTRIDAD**

$e = (L/2) - x = 1.500 - 1.52 = -0.02 < e_{max} = (L/6) = 0.50$  **OK**

## Anexo 11 Estructura de costos: gaviones

### Presupuesto

**Proyecto** ANÁLISIS DE DISEÑO DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE BAÑOS TERMALES ANTE INUNDACIONES DEL RIO COLCA EN CHACAPI YANQUE AREQUIPA 2021

**Sub Presupuesto** CONSTRUCCION DE GAVIONES

**Cliente** CHACAPI

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Costo a :** Agosto - 2021

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						29,223.80
01.01	CARTEL DE OBRA (3.60 X 2.40M - C/BANNER)	UND	1.00	1,060.80	1,060.80		
01.02	OFICINA, CASETA DE GUARDIANA YU ALMACEN PROVICION	M2	100.00	131.63	13,163.00		
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	glb	1.00	15,000.00	15,000.00		
02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						21,400.00
02.01	Trazo y Replanteo Durante la Obra	ml	4,000.00	5.35	21,400.00		
03	<b>CONSTRUCCION DE GAVIONES</b>						2,494,571.86
03.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					382,780.75	
03.01.01	Descolmatación de Cauce de Río (arrimado de material)	M3	3,575.00	12.51	44,723.25		
03.01.02	Excavación de Plataforma y en pared en Roca Suelta y perfla	m3	2,750.00	122.93	338,057.50		
03.02	<b>RECOLECCION Y APILAMIENTO DE PIEDRA de 320 MM - 350 MM</b>					198,277.86	
03.02.01	Recolección y Apilamiento de Piedra de 320 mm - 350mm	m3	3,751.00	52.86	198,277.86		
03.03	<b>MURO DE GAVIONES DE CAJA CON ALAMBRE GALVANIZADA DE 3.40 MM CON RECUB PVC</b>					1,913,513.25	
03.03.01	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m ( 10 x 12	m3	7,535.00	132.83	1,000,874.05		
03.03.02	Muro de Gaviones de Caja 5.0 m x 1.00 m x 1.00 m ( 10 x 12	m3	7,535.00	121.12	912,639.20		
04	<b>LIMPIEZA FINAL DE OBRA</b>						34,475.00
04.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	8,750.00	3.94	34,475.00		
	COSTO DIRECTO						2,579,670.66
	GASTOS GENERALES					5 %	128,983.53
	UTILIDAD					5 %	128,983.53
	SUB TOTAL						2,837,637.73
	IGV.					18 %	510,774.79
	PRESUPUESTO TOTAL EN EJECUCION						3,348,412.52
	SUPERVISION						55,000.00
	PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO						3,403,412.52

**Son :** TRES MILLONES CUATROCIENTOS TRES MIL CUATROCIENTOS DOCE CON 52/100 NUEVOS SOLES

## Anexo 12 Cálculo de diseño de espigones

### CALCULO SOCAVACION DE ESPIGON

Figura: método Artomonoy

The screenshot shows a software interface for calculating scour and spacing using the Artomonoy method. It includes input fields for coefficients and scour values at different points of the structure.

Socavacion y Distanciamiento		
Metodo Artomonoy		
<b>Coefficientes</b>		
Angulo	L. Trabajo	Talud
60.00	2.00	2.00
<b>Condicion del Espigon</b>		
<input type="radio"/> No sumergido		
<input checked="" type="radio"/> Parcialmente Sumergido		
<input type="radio"/> Totalmente Sumergido		
<b>Socavacion en el inicio del Espigon</b>		
Ysocavaci	Hsocavaci	Alt Uña
1.71	0.56	0.56
<b>Socavacion en el Extremo del Espigon</b>		
Ysocavaci	Hsocavaci	Alt Uña
1.71	0.56	0.56

Fuente: Elaboración propia con software river

### CALCULO DE SEPARACION

Figura: Distancia en cauce recto

The screenshot shows a software interface for calculating the distance in a straight channel. It displays maximum, minimum, and recommended separation values.

Distancia en Cauce Recto	
Separacion Maxima	10.00
Separacion Minima	8.00
Separacion Recomendada	9.00

Fuente: Elaboración propia con software river

### DIMENCIONAMIENTO DEL ESPIGON

Figura: dimensiones preliminares

The screenshot shows a software interface for preliminary dimensions of a structure. It includes input fields for height and dimensions at different points, along with a photograph of a river structure.

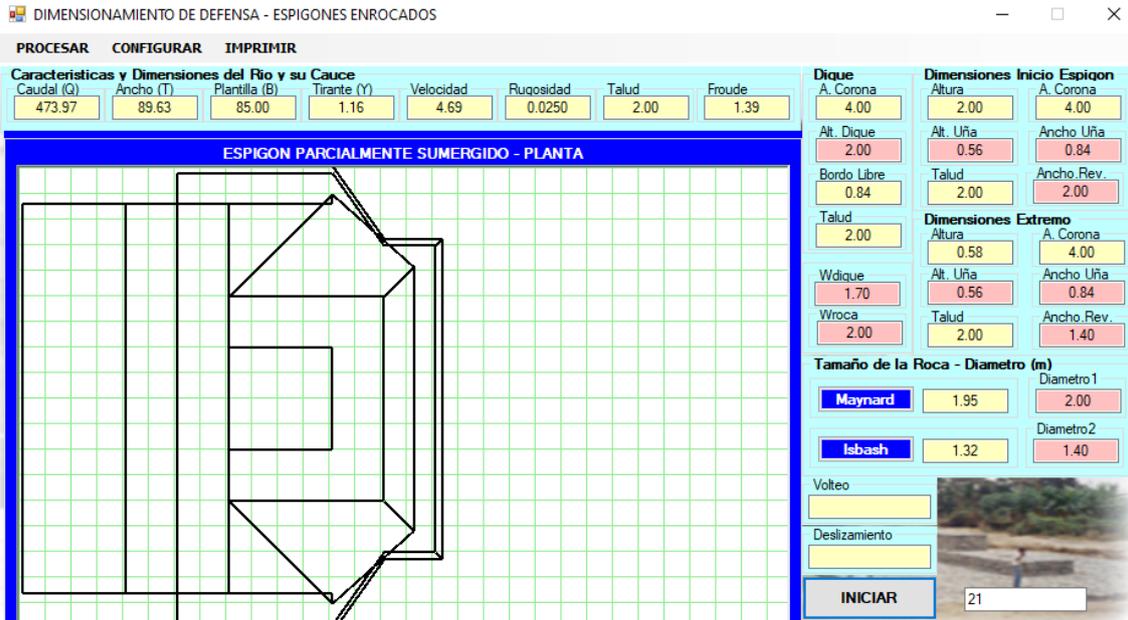
Dimensiones Preliminares	
<b>Altura del Dique</b>	
2.00	
<b>Altura del Espigon</b>	
Inicio	Extremo
2.00	0.58
<b>Altura de Uña</b>	
Inicio	Extremo
0.56	0.56
<b>Altura Total</b>	
Inicio	Extremo
2.56	1.14



Fuente: Elaboración propia con software river

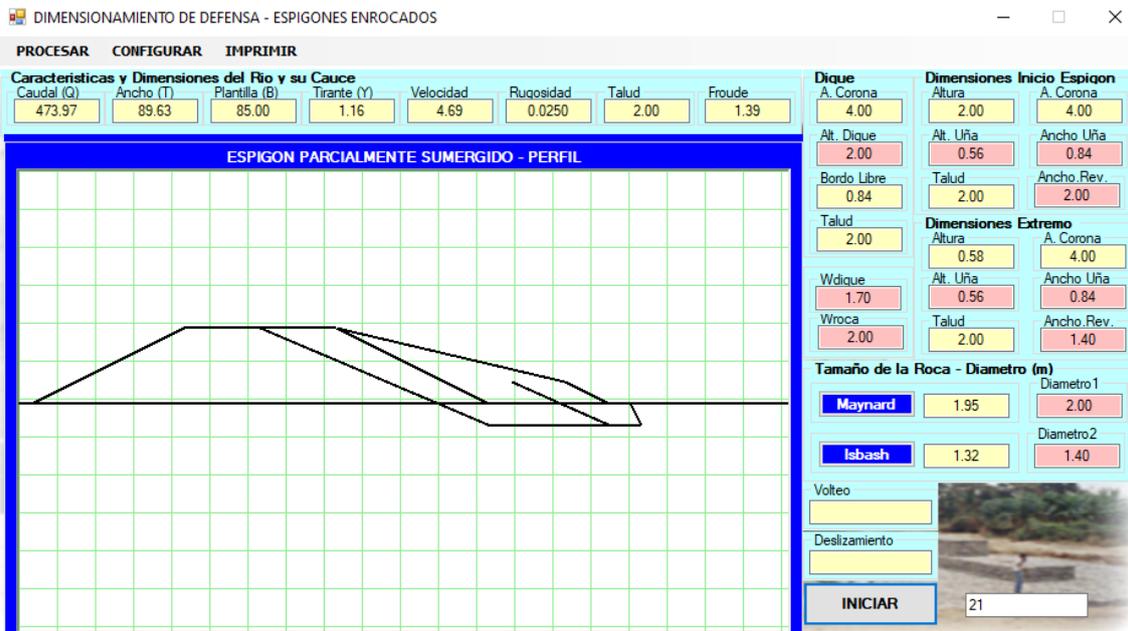
## DISEÑO FINAL CON EL PROGRAMA RIVER

Figura: espigón parcialmente sumergido en planta



Fuente: Elaboración propia con software river

Figura: espigón parcialmente sumergido en perfil



Fuente: Elaboración propia con software river

## Estructura de costos: Espigones

### Presupuesto

**Proyecto** ANÁLISIS DE DISEÑO DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE BAÑOS TERMALES ANTE INUNDACIONES DEL RIO COLCA EN CHACAPI YANQUE AREQUIPA 2021

**Sub Presupuesto** CONSTRUCCION DE ESPIGONES

**Cliente** CHACAPI

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Costo a :** Agosto - 2021

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVICIONALES</b>						34,223.80
01.01	CARTEL DE OBRA (3.60 X 2.40M - C/BANNER)	UND	1.00	1,060.80	1,060.80		
01.02	OFICINA, CASETA DE GUARDIANIA YU ALMACEN PROVICIONAL I	M2	100.00	131.63	13,163.00		
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	gib	1.00	20,000.00	20,000.00		
<b>02</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>						21,400.00
02.01	Trazo y Replanteo Durante la Obra	ml	4,000.00	5.35	21,400.00		
<b>03</b>	<b>CONSTRUCCION DE ESPIGONES</b>						2,256,124.61
<b>03.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					973,034.19	
03.01.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA CIMIENTO DE ESPIGONES	M3	3,575.00	20.71	74,038.25		
03.01.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA ANCLAJE LATERAL DE ESPIGON	M3	2,753.00	20.71	57,014.63		
03.01.03	EXTRACCION DE PIEDRA DE 2"	M3	5,756.35	25.35	145,923.47		
03.01.04	TRANSPORTE DE PIEDRA DE CANTERA A OBRA	M3	5,756.35	75.35	433,740.97		
03.01.05	CONFORMACION DE CORAZON DE ESPIGON CON PIEDRA C	M3	5,756.35	45.57	262,316.87		
<b>03.02</b>	<b>PROTECCION DE TALUD</b>					216,150.94	
03.02.01	EXTRACCION DE PIEDRA DE D=1.00 M	M3	5,756.35	37.55	216,150.94		
03.02.02	TRANSPORTE DE PIEDRA DE CANTERA A OBRA	M3	5,756.35	75.35	433,740.97		
03.02.03	COLOCACION DE PIEDRA GRANDE EN TALUD	M3	5,756.35	55.35	318,613.97		
03.02.04	RELLENO DE TALUD CON MATERIAL AFIRMADO	M3	2,575.53	117.41	302,392.98		
<b>03.03</b>	<b>CARPETA DE RODADURA</b>					1,066,939.47	
03.03.01	RESTITUCION DE CARPETA DE RODADURA	M3	5,756.35	185.35	1,066,939.47		
<b>04</b>	<b>LIMPIEZA FINAL DE OBRA</b>						34,475.00
04.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	8,750.00	3.94	34,475.00		
	COSTO DIRECTO						2,311,999.61
	GASTOS GENERALES					5 %	115,599.98
	UTILIDAD					5 %	115,599.98
	SUB TOTAL						2,543,199.57
	IGV.					18 %	457,775.92
	PRESUPUESTO TOTAL EN EJECUCION						3,000,975.49
	SUPERVISION						45,000.00
	PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO						3,045,975.49

Son : TRES MILLONES CUARENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO CON 49/100 NUEVOS SOLES

Anexo 13 Cálculo de diseño de muro de concreto armado

**DIMENSIONAMIENTO DEL ALA**

**PROYECTO:** Análisis de diseño de protección de infraestructura de Baños  
 Termales ante inundaciones del Río Colca en Chacapi  
 Yanque Arequipa 2021

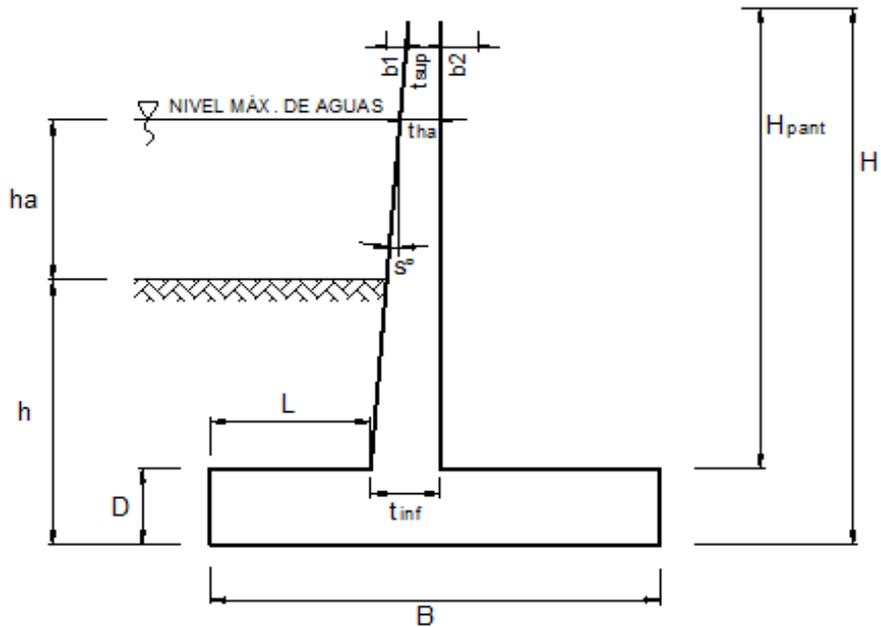
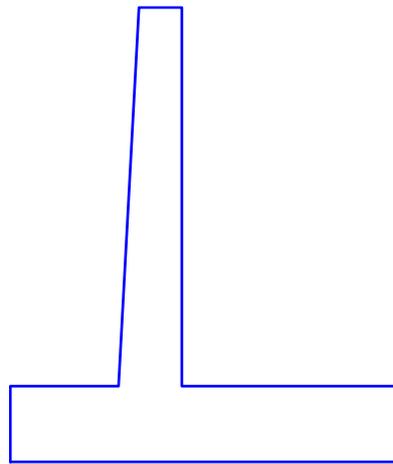
**LONGITUD:** 4000.00 m

**ANCHO TOTAL:** 2.20 m

**FECHA:** 2/09/2021

Coordenadas de los Vértices

x	y
0.00	0.00
1.80	0.00
1.80	0.50
0.8	0.50
0.8	3.00
0.60	3.00
0.50	0.50
0.00	0.50
0.00	0.00



Area= **1.525** m<sup>2</sup>

Centro de Gravedad del Muro

x= **0.807** m

Y= **0.831** m

DIMENSION	CALCULADO	REDONDEADO	OBSERVACION
H	3.00 m	3.00 m	Dato
h	0.80 m	0.80 m	Dato
B=0.6H	1.80 m	1.80 m	Criterio
D=0.1H	0.30 m	0.50 m	Criterio
t <sub>sup</sub>	0.20 m	0.20 m	Valor mínimo
t <sub>inf</sub> =0.1H	0.30 m	0.30 m	Criterio
L=B/3	0.60 m	0.50 m	Criterio
s°	2.29°	2.29°	Calculado
h <sub>a</sub>	0.70 m	0.70 m	Dato
t <sub>ha</sub>	0.26 m	0.26 m	Calculado
H <sub>pant</sub>	2.50 m	2.50 m	Calculado

## PANTALLA

Coordenadas de los Vértices

x	y
0.00	0.00
0.20	0.00
0.20	2.50
0.1	2.50
0.00	0.00



Area= **0.375** m<sup>2</sup>  
 Centro de Gravedad del Muro  
 x= **0.122** m  
 Y= **1.111** m

## DEFINICION DE CARGAS

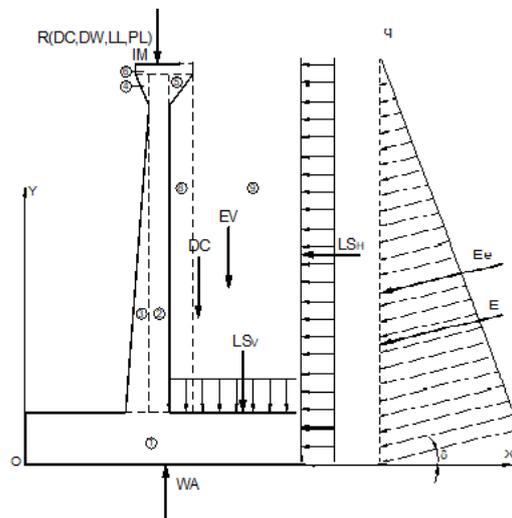
### 1. DATOS PREVIOS

**Datos del Relleno:**

$\gamma_{concreto}$	= 2.40 Ton/m <sup>3</sup>
$\gamma_m$	= 1.24 Ton/m <sup>3</sup>
$\phi$	= 30.38°
(1) A	= 0.32
(2) q	= 0.00 Ton/m
$\beta$	= 0°

**Datos del Suelo de Cimentación:**

$\gamma_m$	= 1.53 Ton/m <sup>3</sup>
$\phi$	= 23°
C	= 0.00 Ton
Nivel Freatico	= SI



## 2. PESO PROPIO (DC) Y DEL SUELO (EV):

CALCULO DE DC				
Nº	VOL. (m3)	DC (Ton)	x (m)	DC*x (Ton*m)
1	1.53	3.66	0.81	2.95
$\Sigma$	--	3.66	--	2.95
CALCULO DE EV				
Nº	VOL. (m3)	EV (Ton)	x (m)	EV*x (Ton*m)
8	0.00	0.00	1.53	0.00
9	2.50	3.10	1.30	4.03
$\Sigma$	--	3.10	--	4.03

DC= 3.66 Ton      EV= 3.10 Ton  
 x= 0.81 m      x= 1.30 m

## 5. PRESION ESTATICA DEL SUELO (EH Y EV):

$$\delta = \phi/2 = 15.19^\circ$$

$$\gamma_m = 1.24 \text{ g/cm}^3$$

$$(3) \text{ } K_a = 0.2969$$

$$k_h = A/2 = 0.16$$

$$\theta = 9.09^\circ$$

$$(4) \text{ } K_e = 0.4102$$

*Empuje estático:*

E= 1.66 Ton  
 EH= 1.60 Ton  
 EV= 0.43 Ton  
 y= 1.00 m  
 x= 1.80 m

*Empuje dinámico:*

Ee= 2.29 Ton  
 EHe= 2.21 Ton  
 EVe= 0.60 Ton  
 $\Delta E_e = 0.63 \text{ Ton}$   
 (5) y= 1.22 m  
 x= 1.80 m

## 6. SOBRECARGA SUPERFICIAL (LS):

$\rho_H = 0.00 \text{ Ton/m}$   
 $LS_H = 0.00 \text{ Ton}$   
 y= 1.50 m  
 $LS_V = 0.00 \text{ Ton}$   
 x= 1.30 m

## 7. SUBPRESION DE AGUA (WA):

WA= -1.18 Ton  
 x= 0.90 m

## 8. FUERZA INERCIAL DEL MURO DEBIDO AL SISMO (EQ):

EQ= 0.59 Ton  
 y= 0.83 m

## 9. COMBINACION DE CARGAS

ESTADO	DC	DW	EH	EV	LL IM BR PL LS	WA	EQ	n
RESISTENCIA 1	0.90	0.65	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	0.90	1.50	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	1.25	0.65	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	1.25	1.50	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
EV. EXTREMO 1	0.90	0.65	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	0.90	1.50	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	1.25	0.65	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	1.25	1.50	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00

## DEFINICION DE CARGAS

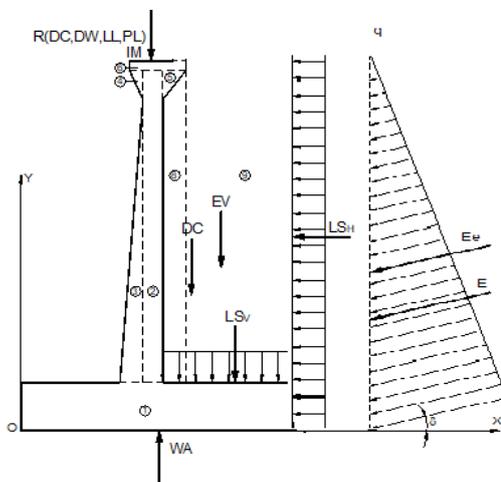
### 1. DATOS PREVIOS

#### Datos del Relleno:

$\gamma_{\text{concreto}} = 2.40 \text{ Ton/m}^3$   
 $\gamma_m = 1.24 \text{ Ton/m}^3$   
 $\phi = 30.38^\circ$   
 (1)  $A = 0.32$   
 (2)  $q = 0.00 \text{ Ton/m}$   
 $\beta = 0^\circ$

#### Datos del Suelo de Cimentación:

$\gamma_m = 1.53 \text{ Ton/m}^3$   
 $\phi = 23^\circ$   
 $C = 0.00 \text{ Ton}$   
 Nivel Freatico = SI



### 2. PESO PROPIO (DC) Y DEL SUELO (EV):

CALCULO DE DC				
Nº	VOL. (m3)	DC (Ton)	x (m)	DC*x (Ton*m)
1	1.53	3.66	0.81	2.95
$\Sigma$	--	3.66	--	2.95
CALCULO DE EV				
Nº	VOL. (m3)	EV (Ton)	x (m)	EV*x (Ton*m)
8	0.00	0.00	1.53	0.00
9	2.50	3.10	1.30	4.03
$\Sigma$	--	3.10	--	4.03

$DC = 3.66 \text{ Ton}$   
 $x = 0.81 \text{ m}$

$EV = 3.10 \text{ Ton}$   
 $x = 1.30 \text{ m}$

### 5. PRESION ESTATICA DEL SUELO (EH Y EV):

$$\delta = \phi/2 = 15.19^\circ$$

$$\gamma_m = 1.24 \text{ g/cm}^3$$

$$(3) \quad K_a = 0.2969$$

$$k_h = A/2 = 0.16$$

$$\theta = 9.09^\circ$$

$$(4) \quad K_e = 0.4102$$

#### Empuje estático:

$E = 1.66 \text{ Ton}$   
 $EH = 1.60 \text{ Ton}$   
 $EV = 0.43 \text{ Ton}$   
 $y = 1.00 \text{ m}$   
 $x = 1.80 \text{ m}$

#### Empuje dinámico:

$E_e = 2.29 \text{ Ton}$   
 $EH_e = 2.21 \text{ Ton}$   
 $EV_e = 0.60 \text{ Ton}$   
 $\Delta E_e = 0.63 \text{ Ton}$   
 (5)  $y = 1.22 \text{ m}$   
 $x = 1.80 \text{ m}$

## 6. SOBRECARGA SUPERFICIAL (LS):

$$\begin{aligned} \rho_H &= 0.00 \text{ Ton/m} \\ L_{SH} &= 0.00 \text{ Ton} & L_{Sv} &= 0.00 \text{ Ton} \\ y &= 1.50 \text{ m} & x &= 1.30 \text{ m} \end{aligned}$$

## 7. SUBPRESION DE AGUA (WA):

$$\begin{aligned} W_A &= -1.18 \text{ Ton} \\ x &= 0.90 \text{ m} \end{aligned}$$

## 8. FUERZA INERCIAL DEL MURO DEBIDO AL SISMO (EQ):

$$\begin{aligned} E_Q &= 0.59 \text{ Ton} \\ y &= 0.83 \text{ m} \end{aligned}$$

## 9. COMBINACION DE CARGAS

ESTADO	DC	DW	EH	EV	LL	WA	EQ	n
					IM			
					PL			
					LS			
RESISTENCIA 1	0.90	0.65	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	0.90	1.50	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	1.25	0.65	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
RESISTENCIA 1	1.25	1.50	1.50	1.35	1.75	1.00	0.00	1.05
EV. EXTREMO 1	0.90	0.65	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	0.90	1.50	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	1.25	0.65	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00
EV. EXTREMO 1	1.25	1.50	1.50	1.35	0.5	1.00	1.00	1.00

## VERIFICACION DE ESTABILIDAD

### 1. DATOS PREVIOS

$$\begin{aligned} \text{F.S.D.} &= 1.20 & \mu &= 0.60 & \text{Se Puede Tomar } \mu &= \text{tg}\phi & 0.424 \\ \text{F.S.V.} &= 1.50 & \sigma_t &= 1.52 \text{ Kg/cm}^2 \\ & & q_n &= 2.52 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

### 2. FUERZAS Y MOMENTOS ACTUANTES FACTORADOS

FUERZAS ACTUANTES (Ton)					
COMBINACIÓN	E <sub>H</sub>	L <sub>S<sub>H</sub></sub>	BR	E <sub>Q</sub>	nΣF
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
EV. EXTREMO 1	3.31	0.00	0.00	0.59	3.90
EV. EXTREMO 1	3.31	0.00	0.00	0.59	3.90
EV. EXTREMO 1	3.31	0.00	0.00	0.59	3.90
EV. EXTREMO 1	3.31	0.00	0.00	0.59	3.90

<b>MOMENTOS ACTUANTES (Ton-m)</b>					
<b>COMBINACIÓN</b>	<b>E<sub>H</sub></b>	<b>LS<sub>H</sub></b>	<b>BR</b>	<b>EQ</b>	<b>nΣM</b>
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
RESISTENCIA 1	2.40	0.00	0.00	0.00	2.52
EV. EXTREMO 1	4.05	0.00	0.00	0.49	4.53
EV. EXTREMO 1	4.05	0.00	0.00	0.49	4.53
EV. EXTREMO 1	4.05	0.00	0.00	0.49	4.53
EV. EXTREMO 1	4.05	0.00	0.00	0.49	4.53

### 3. FUERZAS Y MOMENTOS RESISTENTES FACTORADOS:

<b>FUERZAS RESISTENTES (Ton)</b>									
<b>COMBINACIÓN</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>LL</b>	<b>IM</b>	<b>PL</b>	<b>Ev</b>	<b>LS<sub>v</sub></b>	<b>WA</b>	<b>nΣF</b>
RESISTENCIA 1	3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	0.00	-1.18	7.23
RESISTENCIA 1	3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	0.00	-1.18	7.23
RESISTENCIA 1	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	0.00	-1.18	8.57
RESISTENCIA 1	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	0.00	-1.18	8.57
EV. EXTREMO 1	3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	0.00	-1.18	7.11
EV. EXTREMO 1	3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	0.00	-1.18	7.11
EV. EXTREMO 1	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	0.00	-1.18	8.39
EV. EXTREMO 1	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	0.00	-1.18	8.39

<b>MOMENTOS RESISTENTES (Ton-m)</b>									
<b>COMBINACIÓN</b>	<b>DC</b>	<b>DW</b>	<b>LL</b>	<b>IM</b>	<b>PL</b>	<b>Ev</b>	<b>LS<sub>v</sub></b>	<b>WA</b>	<b>nΣM</b>
RESISTENCIA 1	2.66	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	0.00	-1.06	8.50
RESISTENCIA 1	2.66	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	0.00	-1.06	8.50
RESISTENCIA 1	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	0.00	-1.06	9.58
RESISTENCIA 1	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	6.50	0.00	-1.06	9.58
EV. EXTREMO 1	2.66	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	0.00	-1.06	8.49
EV. EXTREMO 1	2.66	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	0.00	-1.06	8.49
EV. EXTREMO 1	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	0.00	-1.06	9.53
EV. EXTREMO 1	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	6.90	0.00	-1.06	9.53

### 4. ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO

#### Haciendo Uso de las Normas AASHTO

$\phi_t = 1.0$  Estado limite de Resistencia Tabla:11.5.7-1 AASHTO-2014

1.0 Estado limite de Evento Extremo Art. 11.6.8 AASHTO-2014

<b>COMBINACION</b>	<b>RESISTENTE</b>	<b>ACTUANTE</b>	<b>VERIFICACION</b>
RESISTENCIA 1	4.338	2.518	OK!!!!!!
RESISTENCIA 1	4.338	2.518	OK!!!!!!
RESISTENCIA 1	5.145	2.518	OK!!!!!!
RESISTENCIA 1	5.145	2.518	OK!!!!!!
EV. EXTREMO 1	4.265	3.899	OK!!!!!!
EV. EXTREMO 1	4.265	3.899	OK!!!!!!
EV. EXTREMO 1	5.034	3.899	OK!!!!!!
EV. EXTREMO 1	5.034	3.899	OK!!!!!!

## 5. ESTABILIDAD AL VOLTEO

### Haciendo Uso de las Normas AASHTO

Estado Limite de Resistencia (AASHTO-2014 Art. 11.6.3.3)

Se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de la mitad central ( $e \leq B/4$ ), excepto el caso de suelo rocoso en que se mantendrá en los  $\frac{3}{4}$  centrales ( $e \leq 3/8B$ ).

Estado Limite de Evento Extremo (AASHTO-2014 Art. 11.6.5.1)

Cuando  $\gamma_{EQ}=0$ , se debe mantener la resultante en la base del cimiento dentro de los  $\frac{2}{3}$  centrales del cimiento para cualquier suelo ( $e \leq 1/3B$ ).

Cuando  $\gamma_{EQ}=1$ , mantener la resultante dentro de los  $\frac{8}{10}$  centrales del cimiento para cualquier suelo ( $e \leq 2/5B$ ).

Para valores de  $\gamma_{EQ}$  entre 0 y 1.0, interpolar linealmente entre los valores especificados. En nuestro caso, utilizando  $\gamma_{EQ}=0.5$ , la interpolación señala el límite  $e \leq 11/30B$ .

$$x_o = (M_{res} - M_{act}) / V_{res} \quad e = \text{Abs}(B/2 - x_o)$$

COMBINACION	$e_{max}$	$x_o$	$e$	VERIFICACION
RESISTENCIA 1	0.450	0.827	0.073	OK!!!!!!!
RESISTENCIA 1	0.450	0.827	0.073	OK!!!!!!!
RESISTENCIA 1	0.450	0.824	0.076	OK!!!!!!!
RESISTENCIA 1	0.450	0.824	0.076	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.660	0.557	0.343	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.660	0.557	0.343	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.660	0.595	0.305	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.660	0.595	0.305	OK!!!!!!!

## 6. PRESIONES SOBRE EL SUELO

### Haciendo Uso de las Normas AASHTO

Capacidad de carga factorada del Terreno ( $q_R$ )

Estado Limite de Resistencia:

Con  $\phi_b = 0.55$  Tabla 11.5.7-1 AASHTO-2014

$$q_R = \phi_b \cdot q_n \quad \mathbf{1.39 \text{ Kg/Cm}^2} \quad 10.6.3.1.1-1$$

Estado Limite de Evento Extremo:

Con  $\phi_b = 1.00$  Art. 11.6.5

$$q_R = \phi_b \cdot q_n \quad \mathbf{2.52 \text{ Kg/Cm}^2} \quad 10.6.3.1.1-1$$

Nota: Cimentación en Suelo

COMBINACION	$q = Vu / (B - 2e)$ Kg/cm <sup>2</sup>	VERIFICACION
RESISTENCIA 1	0.44	OK!!!!!!!
RESISTENCIA 1	0.44	OK!!!!!!!
RESISTENCIA 1	0.52	OK!!!!!!!
RESISTENCIA 1	0.52	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.43	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.43	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.51	OK!!!!!!!
EV. EXTREMO 1	0.51	OK!!!!!!!

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL

### 1. CÁLCULO DEL CORTANTE Y MOMENTO DE DISEÑO (EN LA BASE DE LA PANTALLA)

$$y = 2.50 \text{ m}$$

COMBINACIÓN	CORTANTE Vd (Ton) - A "d" DE LA CARA				
	E <sub>H</sub>	LS <sub>H</sub>	BR	EQ	nΣVd
RESISTENCIA 1	1.60	0.00	0.00	0.00	1.68
RESISTENCIA 1	1.60	0.00	0.00	0.00	1.68
RESISTENCIA 1	1.60	0.00	0.00	0.00	1.68
RESISTENCIA 1	1.60	0.00	0.00	0.00	1.68
EV. EXTREMO 1	2.21	0.00	0.00	0.14	2.35
EV. EXTREMO 1	2.21	0.00	0.00	0.14	2.35
EV. EXTREMO 1	2.21	0.00	0.00	0.14	2.35
EV. EXTREMO 1	2.21	0.00	0.00	0.14	2.35

COMBINACIÓN	MOMENTO M (Ton-m) - MÁXIMO				
	E <sub>H</sub>	LS <sub>H</sub>	BR	EQ	nΣM
RESISTENCIA 1	1.39	0.00	0.00	0.00	1.46
RESISTENCIA 1	1.39	0.00	0.00	0.00	1.46
RESISTENCIA 1	1.39	0.00	0.00	0.00	1.46
RESISTENCIA 1	1.39	0.00	0.00	0.00	1.46
EV. EXTREMO 1	2.34	0.00	0.00	0.16	2.50
EV. EXTREMO 1	2.34	0.00	0.00	0.16	2.50
EV. EXTREMO 1	2.34	0.00	0.00	0.16	2.50
EV. EXTREMO 1	2.34	0.00	0.00	0.16	2.50

### 2. UBICACIÓN DE M/2 PARA EL CORTE DEL ACERO:

$$y = 1.960 \text{ m}$$

$$t_y = 0.278 \text{ m}$$

$$M_u = 2.50 \text{ Ton-m}$$

$$M_{u/2} = 1.30 \text{ Ton-m}$$

OK!

COMBINACIÓN	MOMENTO M/2 (Ton-m)				
	E <sub>H</sub>	LS <sub>H</sub>	BR	EQ	nΣ(M/2)
RESISTENCIA 1	0.67	0.00	0.00	0.00	0.70
RESISTENCIA 1	0.67	0.00	0.00	0.00	0.70
RESISTENCIA 1	0.67	0.00	0.00	0.00	0.70
RESISTENCIA 1	0.67	0.00	0.00	0.00	0.70
EV. EXTREMO 1	1.13	0.00	0.00	0.17	1.30
EV. EXTREMO 1	1.13	0.00	0.00	0.17	1.30
EV. EXTREMO 1	1.13	0.00	0.00	0.17	1.30
EV. EXTREMO 1	1.13	0.00	0.00	0.17	1.30

### 4. CÁLCULO DEL CORTANTE Y MOMENTO EN EL TALÓN DE LA ZAPATA

COMBINACIÓN	q <sub>cara</sub> (Ton/m)	CORTANTE Vd (Ton) - A "d" DE LA CARA				
		DC	LS <sub>v</sub>	EV	Q	nΣVd
RESISTENCIA 1	4.371	-1.03	0.00	-4.19	1.66	-3.73
RESISTENCIA 1	4.371	-1.03	0.00	-4.19	1.66	-3.73
RESISTENCIA 1	5.184	-1.43	0.00	-4.19	1.96	-3.83
RESISTENCIA 1	5.184	-1.43	0.00	-4.19	1.96	-3.83
EV. EXTREMO 1	4.298	-1.03	0.00	-4.19	1.63	-3.58
EV. EXTREMO 1	4.298	-1.03	0.00	-4.19	1.63	-3.58
EV. EXTREMO 1	5.072	-1.43	0.00	-4.19	1.92	-3.69
EV. EXTREMO 1	5.072	-1.43	0.00	-4.19	1.92	-3.69

COMBINACIÓN	qcara (Ton/m)	MOMENTO M (Ton-m) - MÁXIMO				
		DC	LSv	EV	Q	nΣM
RESISTENCIA 1	4.371	-0.54	0.00	-2.09	0.31	-2.43
RESISTENCIA 1	4.371	-0.54	0.00	-2.09	0.31	-2.43
RESISTENCIA 1	5.184	-0.75	0.00	-2.09	0.37	-2.59
RESISTENCIA 1	5.184	-0.75	0.00	-2.09	0.37	-2.59
EV. EXTREMO 1	4.298	-0.54	0.00	-2.09	0.31	-2.32
EV. EXTREMO 1	4.298	-0.54	0.00	-2.09	0.31	-2.32
EV. EXTREMO 1	5.072	-0.75	0.00	-2.09	0.36	-2.48
EV. EXTREMO 1	5.072	-0.75	0.00	-2.09	0.36	-2.48

### 5. CALCULO DEL CORTANTE Y MOMENTO EN LA PUNTA DE LA ZAPATA

COMBINACIÓN	qcara (Ton/m)	CORTANTE Vd (Ton) - A "d" DE LA CARA		
		DC	Q	nΣV
RESISTENCIA 1	4.371	-0.49	1.97	1.55
RESISTENCIA 1	4.371	-0.49	1.97	1.55
RESISTENCIA 1	5.184	-0.68	2.33	1.74
RESISTENCIA 1	5.184	-0.68	2.33	1.74
EV. EXTREMO 1	4.298	-0.49	1.93	1.45
EV. EXTREMO 1	4.298	-0.49	1.93	1.45
EV. EXTREMO 1	5.072	-0.68	2.28	1.61
EV. EXTREMO 1	5.072	-0.68	2.28	1.61

COMBINACIÓN	qcara (Ton/m)	MOMENTO M (Ton-m) - MÁXIMO		
		DC	Q	nΣM
RESISTENCIA 1	4.371	-0.14	0.44	0.32
RESISTENCIA 1	4.371	-0.14	0.44	0.32
RESISTENCIA 1	5.184	-0.19	0.52	0.35
RESISTENCIA 1	5.184	-0.19	0.52	0.35
EV. EXTREMO 1	4.298	-0.14	0.44	0.30
EV. EXTREMO 1	4.298	-0.14	0.44	0.30
EV. EXTREMO 1	5.072	-0.19	0.51	0.33
EV. EXTREMO 1	5.072	-0.19	0.51	0.33

## DISEÑO ESTRUCTURAL

### 1. DATOS

$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
$r(\text{pant}) = 0.05 \text{ m}$	$r(\text{zapata}) = 0.075 \text{ m}$
$\phi (\text{Flexión}) = 0.90$	$\phi (\text{Corte}) = 0.85$

### 2. DISEÑO DE LA PANTALLA

#### VERIFICACION DE CORTANTE

$$\phi V_c = 16.32 \text{ Ton}$$

$$V_u = 2.35 \text{ Ton}$$

OK!

#### ACERO VERTICAL

CARA INTERIOR	
DESC.	VALOR
Mu	2.50 Ton-m
d	0.25 m
a	0.63 cm
As	2.68 cm <sup>2</sup>
$\rho$	0.0011
$\rho_{\min}$	0.0014
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	2.78
s (Calculado)	35.94 cm
s (Redond.)	20 cm
As <sub>vint</sub>	#4@20
Ld	0.72 m
Lcorte (calc)	1.26 m
Lcorte (redond)	2.00 m
As <sub>vint</sub> /2	#4@40

CARA EXTERIOR	
DESC.	VALOR
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
As <sub>min</sub>	3.59 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	2.78
s (Calculado)	35.94 cm
s (Redond.)	25 cm
As <sub>vext</sub>	#4@25

USAR Asmir Verificaciones: AASHTO  
Acero Máximo No se aplica Art. 5.7.3.3.1 AASHTO

Acero Mínimo Art. 5.7.3.3.2  
MA<sub>smin</sub> = 1.2(fs\*S) 5.24 Ton-m  
MA<sub>smin</sub> = 1.33Mu 3.33 Ton-m  
Tomar MA<sub>smin</sub> = 3.33 Ton-m  
As<sub>min</sub> = 3.59 cm<sup>2</sup>  
 $\rho_{\min}$  = 0.0014

#### ACERO HORIZONTAL

PARTE INFERIOR	
DESC.	VALOR
#3	0.71 cm <sup>2</sup>
$\rho$	0.0020
Ash	5.00 cm <sup>2</sup>
Ash/3	1.67 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	2.35
s (Calculado)	42.60 cm
s (Redond.)	30 cm
Ash <sub>int</sub>	#3@30
#3	0.71 cm <sup>2</sup>
2*Ash/3	3.33 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	4.69
s (Calculado)	21.30 cm
s (Redond.)	20 cm
Ash <sub>ext</sub>	#3@20

PARTE SUPERIOR	
DESC.	VALOR
#3	0.71 cm <sup>2</sup>
$\rho$	0.0020
Ash	4.57 cm <sup>2</sup>
Ash/3	1.52 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	2.14
s (Calculado)	46.63 cm
s (Redond.)	30 cm
Ash <sub>int</sub>	#3@30
#3	0.71
2*Ash/3	3.05 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	4.29
s (Calculado)	23.31 cm
s (Redond.)	22.5 cm
Ash <sub>ext</sub>	#3@22.5

#### RESUMEN:

Ash <sub>int</sub>	#3,1@5,7@30,r@30
Ash <sub>ext</sub>	#3,1@5,10@20,r@22.5

### 3. DISEÑO DEL TALON DE LA ZAPATA

#### VERIFICACION DE CORTANTE

$$\phi V_c = 29.38 \text{ Ton}$$

$$V_u = 0.00 \text{ Ton}$$

OK!

#### ACERO LONGITUDINAL

CARA INFERIOR	
DESC.	VALOR
Mu	2.59 Ton-m
d	0.43 m
a	0.38 cm
As	1.62 cm <sup>2</sup>
$\rho$	0.0004
$\rho_{min}$	0.0020
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	6.59
s (Calculado)	15.18 cm
s (Redond.)	15 cm
As <sub>inf</sub>	#4@15

Usar Asmin!

CARA SUPERIOR	
DESC.	VALOR
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
As <sub>min</sub>	8.50 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	6.59
s (Calculado)	15.18 cm
s (Redond.)	15 cm
As <sub>sup</sub>	#4@15

#### ACERO TRANSVERSAL

DESC.	VALOR
$\rho_{min}$	0.0018
As	7.65 cm <sup>2</sup>
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	5.93
s (Calculado)	16.86 cm
s (Redond.)	15 cm
Ast	#4@15

#### ACERO DE MONTAJE

DESC.	VALOR
#3	0.95 cm
36 $\emptyset$	34.27 cm
s (Redond.)	30 cm

### 5. DISEÑO DE LA PUNTA DE LA ZAPATA

#### VERIFICACION DE CORTANTE

$$\phi V_c = 29.38 \text{ Ton}$$

$$V_u = 1.74 \text{ Ton}$$

OK!

#### ACERO LONGITUDINAL

CARA INFERIOR	
DESC.	VALOR
Mu	0.35 Ton-m
d	0.43 m
a	0.05 cm
As	0.22 cm <sup>2</sup>
$\rho$	0.0001
$\rho_{min}$	0.0020
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	6.59
s (Calculado)	15.18 cm
s (Redond.)	15 cm
As <sub>inf</sub>	#4@15

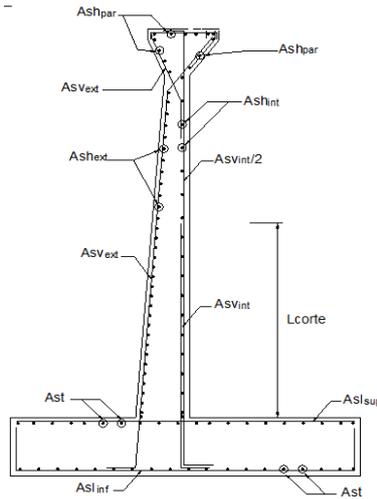
Usar Asmin!

CARA SUPERIOR	
DESC.	VALOR
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
As <sub>min</sub>	8.50 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	6.59
s (Calculado)	15.18 cm
s (Redond.)	15 cm
As <sub>sup</sub>	#4@15

#### ACERO TRANSVERSAL

DESC.	VALOR
$\rho_{min}$	0.0018
As	7.65 cm <sup>2</sup>
#4	1.29 cm <sup>2</sup>
Nº Aceros	5.93
s (Calculado)	16.86 cm
s (Redond.)	15 cm
Ast	#4@15

DESC.	VALOR
#3	0.95 cm
36 $\emptyset$	34.27 cm
s (Redond.)	30 cm



Estructura de costos:

## Presupuesto

**Proyecto** ANÁLISIS DE DISEÑO DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE BAÑOS TERMALES ANTE INUNDACIONES DEL RIO COLCA EN CHACAPI YANQUE AREQUIPA 2021

**Sub Presupuesto** CONSTRUCCION DE MURO DE CONTENCIÓN

**Ciente** CHACAPI

**Ubicación** YANQUE - CAYLLOMA - AREQUIPA

**Costo a :** **Agosto - 2021**

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>						3,459.52
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA	GLB	1.00	1,200.00	1,200.00		
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA	GLB	1.00	15,000.00	15,000.00		
01.04	AGUA PARA LA CONSTRUCCION	GLB	1.00	5,400.00	5,400.00		
01.05	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	2,748.00	5.24	14,399.52		
<b>02</b>	<b>MUROS DE CONTENCIÓN</b>						3,248,618.33
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					771,225.70	
02.01.01	EXCAVACION EN ROCA FIJA TALUD	M3	2,750.00	102.00	280,500.00		
02.01.02	EXCAVACION EN ROCA SUELTA TALUD	M3	2,350.00	17.03	40,020.50		
02.01.03	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO	M3	2,200.00	15.34	33,748.00		
02.01.04	EXCAVACION EN ROCA SUELTA ZANJA DE CIMENTA	M3	2,000.00	25.19	50,380.00		
02.01.05	EXCAVACION EN ROCA FIJA ZANJA DE ZAPATA	M3	2,200.00	105.77	232,694.00		
02.01.06	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO ZANJA	M3	750.00	20.69	15,517.50		
02.01.07	EXCAVACION ROCA SUELTA ZANJA	M3	420.00	34.69	14,569.80		
02.01.08	EXCAVACION EN ROCA FIJA ZANJA DE ZAPATA	M3	350.00	105.77	37,019.50		
02.01.09	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPI	M3	1,350.00	25.87	34,924.50		
02.01.10	ELIMINACION DE DESMONTE CON CARGUIO	M3	1,255.00	25.38	31,851.90		
02.02	<b>CIMENTOS Y SOBRECIMENTOS</b>					1,031,917.53	
02.02.01	CIMENTOS CORRIDOS 1:10+30% P.G.	M3	3,350.50	127.08	425,781.54		
02.02.02	SOBRECIMIENTO, CONCRETO 1:8 + 25% P.M.	M3	3,354.56	180.69	606,135.99		
	<b>CONCRETO ARMADO - PANTALLA</b>					586,112.61	
02.03.01	CONCRETO 210 KG/CM2	M3	1,535.25	312.77	480,180.14		
02.03.02	ACERO fy = 4200 kg/cm2	KG	15,358.35	4.85	74,488.00		
02.03.03	COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1,032.32	30.46	31,444.47		
02.04	<b>CONCRETO ARMADO - ZAPATA</b>					859,362.49	
02.04.01	ZAPATA, CONCRETO F'c=210 KG/CM2	M3	2,357.00	299.84	706,722.88		
02.04.02	ZAPATA, ACERO fy = 4200 kg/cm2	KG	25,356.35	4.85	122,978.30		
02.04.03	ZAPATA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	835.53	35.50	29,661.32		
<b>04</b>	<b>LIMPIEZA FINAL DE OBRA</b>						34,475.00
04.01	Limpieza de Terreno Manual	m2	8,750.00	3.94	34,475.00		
	<b>COSTO DIRECTO</b>						3,286,552.85
	<b>GASTOS GENERALES</b>					5 %	164,327.64
	<b>UTILIDAD</b>					5 %	164,327.64
	<b>SUB TOTAL</b>						3,615,208.13
	<b>IGV.</b>					18 %	650,737.46
	<b>PRESUPUESTO TOTAL EN EJECUCION</b>						4,265,945.60

Anexo 14 Panel fotográfico

PANEL FOTOGRAFICO



Foto N° 01 Se muestra la medición del río Colca para determinar el caudal fecha 07/2021



Foto N° 02 se aprecia la medición de la profundidad del río de fecha 07/2021



Foto N° 03 El ancho del río Colca en la zona de Chacapi para determinar el caudal de fecha 07/2021



Foto N° 04 El área a intervenir está cerca aun puente vehicular



Foto N° 05 Al costado del área a intervenir también se encuentra un puente monumental o puente de piedra Chacapi. En la ocurrencia del embalse el agua llego a más de 4 metros tal como está en las líneas naranjas



Foto N° 06 Vista panorámica de los baños termales afectado por la inundación del rio Colca, aguas abajo existen áreas de cultivo.



Foto N° 07 Se observa la pérdida de materiales de los lados causadas por la socavación ocasionada por las avenidas del Rio Colca

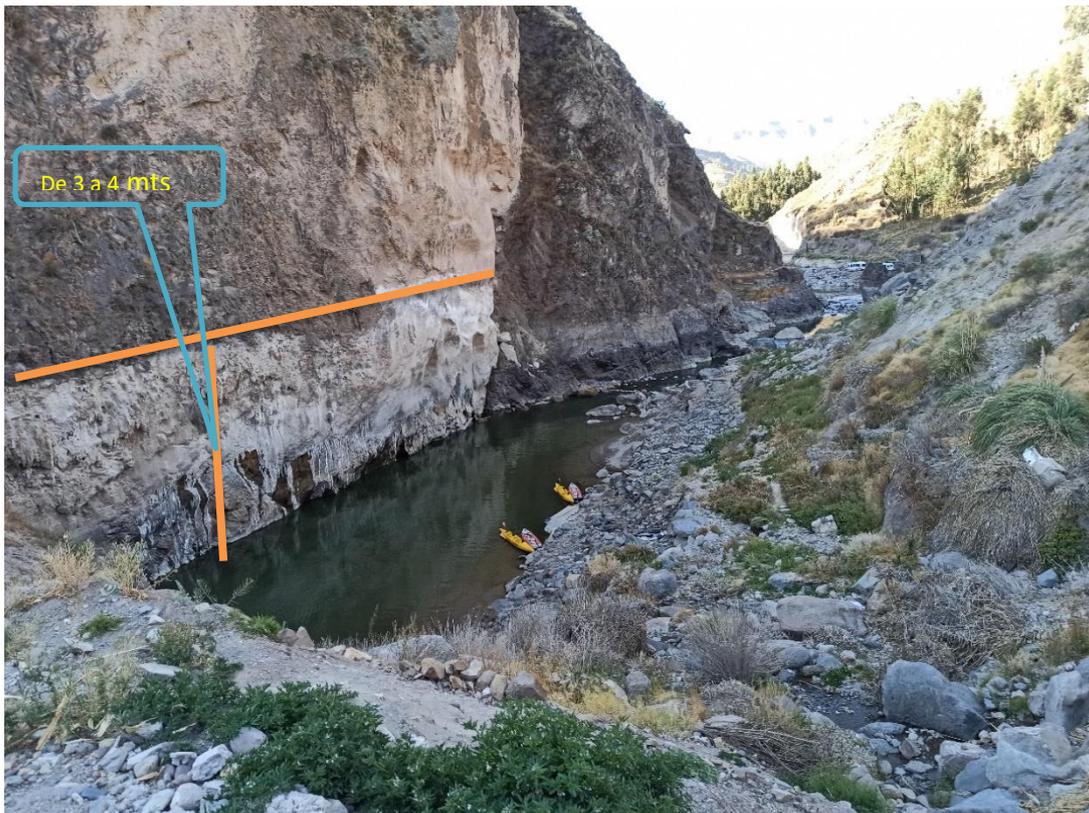
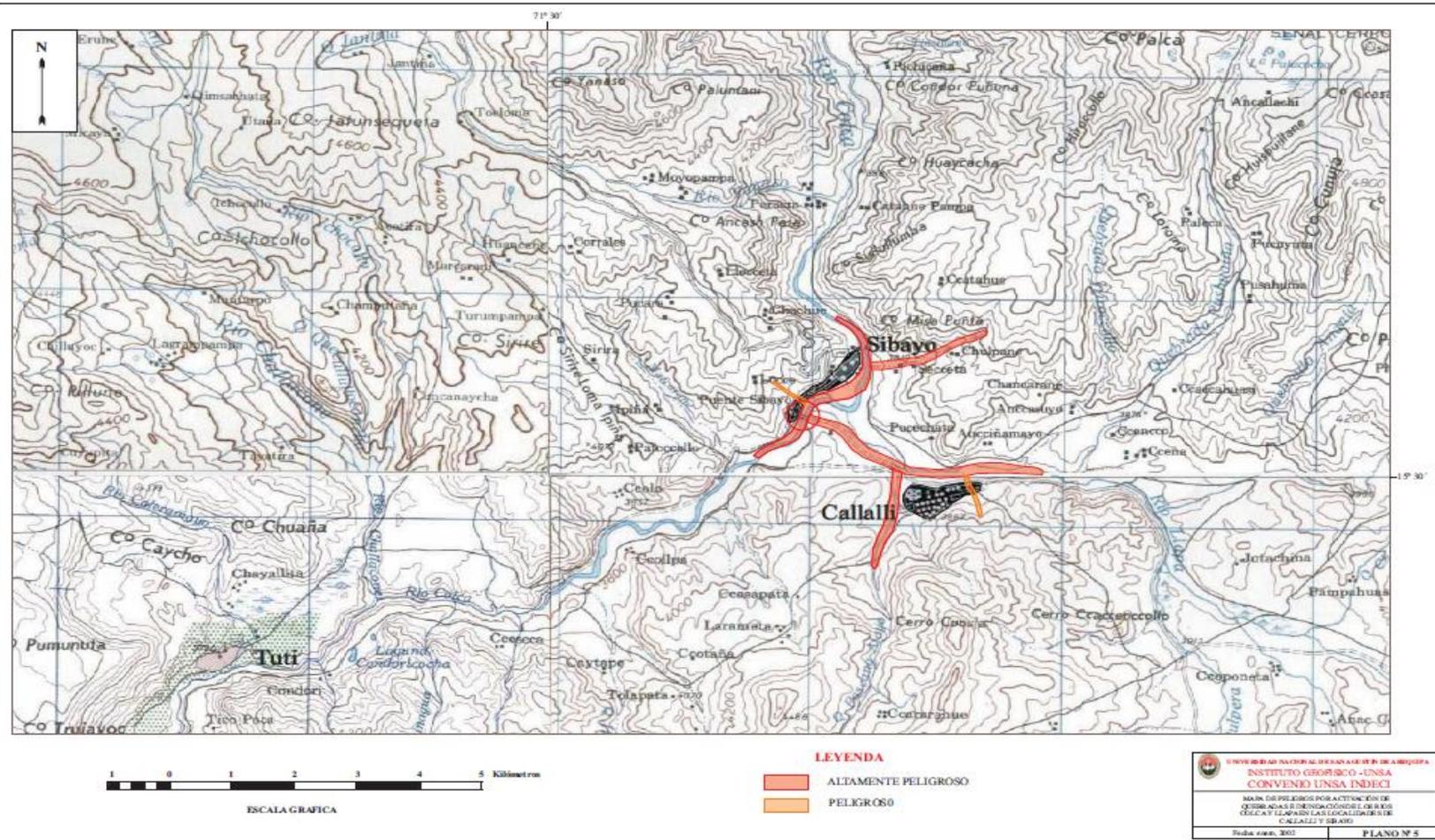


Foto N° 08 En la imagen se aprecia la marca hasta donde se depositó el agua en el embalse ocurrido, de igual forma se aprecia el deporte de aventura de canotaje.

# Anexo 15 Mapa de peligros inundaciones Callalli Sibayo



Fuente: UNSA -INDECI Arequipa

## Anexo 16 Ficha técnica de observación

### Ficha tecnica de observacion

FICHA TÉCNICA N° 01	Análisis de diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021
---------------------	---

CAUDAL DE DISEÑO METODO DEL FLOTADOR Y LA SECCION TRANSVERSAL	
NOMBRE DEL PROYECTO: Análisis de diseño de protección de infraestructura de baños termales ante inundaciones del rio Colca en Chacapi Yanque Arequipa 2021	
TESISTA:	N° Cert.
Robert Fernando Álvarez Cárdenas	Fecha: 07/2021
	Ubicación: Chacapi
DATOS DE MUESTRA: 22 MUESTRAS TOMADAS	
ESTACION: YANQUE - CHIVAY	

N°	Fecha Inicio	Lugar	Estación	Descripción	Fecha Termino	Muestras	Distancia		Tiempo		Tirante	Observaciones
							Long		H	s		

La calificación de la ficha técnica se pondera entre los valores de 0 a 1 siendo los valores de aprobación de 0.01 a 1 ficha revisada por especialistas:

#### VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS

NOMBRE DE ESPECIALISTAS	PROFESIÓN	COLEGIATURA	FIRMA	CALIFICACION
Carlos Alfredo Santos Medina	Ing. Civil	85421		1
Robert Romel Pílares Hualpa	Ing. Civil	82435		1
José Miguel Del Carpio Siancas	Arquitecto	10054		1