



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# FACULTAD DE INGENIERÍA

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mitigación de desbordes de flujo de lodos mediante muros de contención en el  
Asentamiento Humano Nicolás de Pierola-Chosica, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

### **AUTORES:**

Victor Salomon Romani Bazan

Benji Jonathan Cruzate Contreras

### **ASESOR:**

Mg. Cesar A. Paccha R.

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Obras hidráulicas

LIMA - PERÚ

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 93 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **ROMANI BAZAN, VICTOR SALOMON**

Cuyo título es: **"MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCIÓN EN EL ASENTAMIENTO HUMANO NICOLÁS DE PIÉROLA-CHOSICA, 2018."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 15 de Diciembre de 2018

  
 \_\_\_\_\_  
 Mgr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ  
 PRESIDENTE

  
 \_\_\_\_\_  
 Mgr. Ing. PACOTA RUFASTO CESAR AUGUSTO  
 SECRETARIO

  
 \_\_\_\_\_  
 Ing. DE LA CRUZ HERRERA ANDRES EDUARDO  
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 31 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CRUZATE CONTRERAS, BENJI JONATHAN**

Cuyo título es: **"MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCIÓN EN EL ASENTAMIENTO HUMANO NICOLÁS DE PIÉROLA-CHOSICA, 2018."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 15 de Diciembre de 2018

  
 .....  
 Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ  
 PRESIDENTE

  
 .....  
 Mgtr. Ing. PACCHA RUFASO CESAR AUGUSTO  
 SECRETARIO

  
 .....  
 Ing. DE LA CRUZ HERRERA ANDRES EDUARDO  
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

### **DEDICATORIA**

- En primer lugar a Dios por darnos la vida, salud y muchas bendiciones.
- A nuestras familias, por estar siempre en esos momentos difíciles brindándonos su amor, comprensión y paciencia.
- Por último a todas aquellas personas que siempre me dieron el aliento para seguir adelante hasta poder lograr nuestro objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a los docentes de la facultad de ingeniería de esta universidad quienes nos brindaron sus conocimientos para formarnos profesionalmente y a ustedes señores del Jurado, por este detalle de darle a muchas personas como nosotros tener la oportunidad de tener el conocimiento para poder realizarnos en el ámbito empresarial.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Benji Jonathan Cruzate Contreras, identificado con DNI N° 45396381 y Victor Salomon Romani Bazan con DNI N°41395319, estudiantes de la escuela de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo, con la tesis titulada "Mitigación de desbordes de flujo de lodos mediante muros de contención en el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola-Chosica, 2018.", declaramos bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 15 de diciembre del 2018



Benji Jonathan Cruzate Contreras  
DNI N° 45396381

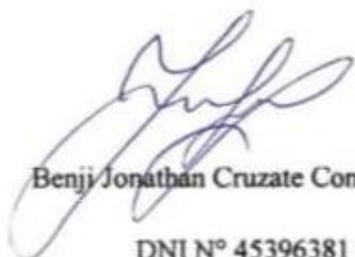


Victor Salomon Romani Bazan  
DNI N° 41395319

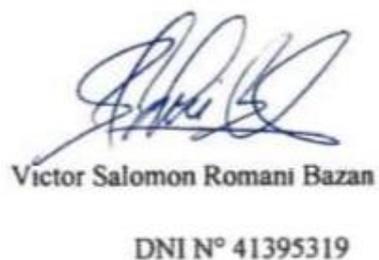
## PRESENTACION

Señores miembros del Jurado Calificador:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo se presenta ante ustedes la tesis titulada "Mitigación de desbordes de flujo de lodos mediante muros de contención en el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola-Chosica, 2018.", la misma que se somete a vuestra consideración, esperando que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.



Benji Jonathan Cruzate Contreras  
DNI N° 45396381



Victor Salomon Romani Bazan  
DNI N° 41395319

## INDICE

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS -----	ii
DEDICATORIA-----	iv
AGRADECIMIENTO -----	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD -----	vi
PRESENTACIÓN-----	vii
INDICE -----	viii
INDICE DE FIGURAS -----	xii
RESUMEN-----	xvi
ASBTRACT -----	xvii
<b>1 INTRODUCCIÓN -----</b>	<b>18</b>
<b>1.1 Realidad Problemática -----</b>	<b>19</b>
<b>1.2 Trabajos previos -----</b>	<b>20</b>
1.2.1 Antecedentes Internacionales -----	20
1.2.2 Antecedentes nacionales -----	21
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema-----</b>	<b>23</b>
1.3.1 Muros de contención -----	23
1.3.2 Muro de gravedad -----	23
1.3.3 Muro de voladizo o en ménsula-----	24
1.3.4 Muro con contrafuertes -----	26
1.3.5 Estabilidad-----	26
1.3.6 Teorías de empuje de tierras sobre muros de contención -----	27
1.3.7 Teoría de Rankine -----	29
1.3.8 Diseño de muro de contención -----	29
<b>1.4 Modos de falla en muros de contención-----</b>	<b>32</b>
<b>1.5 Dimensionamiento típico de muros de contención de gravedad -----</b>	<b>33</b>
<b>1.6 Presión lateral sobre muros de contención -----</b>	<b>34</b>
1.6.1 Presión de reposo -----	37

1.6.2	Presión Activa-----	38
1.6.3	Empuje pasivo -----	40
<b>1.7</b>	<b>Propiedades características típicas de suelos-----</b>	<b>42</b>
<b>1.8</b>	<b>Variación del coeficiente de empuje -----</b>	<b>43</b>
<b>1.9</b>	<b>Efecto de las cargas externas-----</b>	<b>46</b>
<b>1.10</b>	<b>Factores de seguridad normativos -----</b>	<b>46</b>
<b>1.11</b>	<b>Formulación del problema -----</b>	<b>48</b>
<b>1.12</b>	<b>Justificación del estudio-----</b>	<b>48</b>
<b>1.13</b>	<b>Justificación teórica-----</b>	<b>48</b>
1.13.1	Justificación tecnológica-----	48
1.13.2	Justificación metodológica -----	48
1.13.3	Justificación económica-----	48
<b>1.14</b>	<b>Hipótesis -----</b>	<b>48</b>
<b>1.15</b>	<b>Objetivos-----</b>	<b>49</b>
1.15.1	Objetivo general -----	49
1.15.2	Objetivos específicos-----	49
<b>2</b>	<b>MÉTODO -----</b>	<b>50</b>
<b>2.1</b>	<b>Diseño de la investigación -----</b>	<b>51</b>
<b>2.2</b>	<b>Variables, operacionalización-----</b>	<b>51</b>
2.2.1	Variable independiente -----	51
2.2.2	Variable dependiente -----	51
2.2.3	Operacionalización de las variables -----	51
<b>2.3</b>	<b>Población y muestra -----</b>	<b>54</b>
2.3.1	Población -----	54
2.3.2	Muestra -----	55
<b>2.4</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad -----</b>	<b>57</b>

2.4.1	Técnicas	57
<b>2.5</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>57</b>
2.5.1	2.4.3 Validez y confiabilidad	58
<b>2.6</b>	<b>Aspectos éticos</b>	<b>59</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>60</b>
<b>3.1</b>	<b>Identificación del área de estudio</b>	<b>61</b>
<b>3.2</b>	<b>Cuencas hidrográficas</b>	<b>61</b>
3.2.1	Clasificación de cuencas	62
3.2.1.1	Cuenca grande	62
3.2.1.2	Cuenca pequeña	62
3.2.1.3	Cuenca endorreica	63
3.2.1.4	Cuenca exorreica	64
3.2.1.5	Cuenca alta	64
3.2.1.6	Cuenca media	65
3.2.1.7	Cuenca baja	65
<b>3.3</b>	<b>Partes de una cuenca</b>	<b>65</b>
3.3.1	Parte aguas	65
3.3.2	Área de la cuenca	66
3.3.3	Cauce principal de una cuenca	67
<b>3.4</b>	<b>Flujo de lodos</b>	<b>67</b>
<b>3.5</b>	<b>Formación de los flujos</b>	<b>68</b>
<b>3.6</b>	<b>Partes de un flujo de lodos</b>	<b>70</b>
<b>3.7</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>72</b>
<b>3.8</b>	<b>Caudales</b>	<b>72</b>
<b>3.9</b>	<b>Determinación de las superficies de inundación</b>	<b>74</b>
<b>3.10</b>	<b>Modelamiento con HEC RAS</b>	<b>80</b>

<b>3.11</b>	<b>Propuesta de colocación de muros de contención</b>	<b>88</b>
<b>3.12</b>	<b>Diseño del muro de contención</b>	<b>94</b>
3.12.1	Predimensionamiento	94
<b>4</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>99</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>103</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>105</b>
<b>7</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>107</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>110</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Estado actual de muros en la cabrada seca QUIRIO .....	20
Figura 1-2: Tipos de muros de gravedad más comunes en la práctica de la ingeniería. Fuente: Elaboración propia .....	23
Figura 1-3: Efecto de los flujos de lodos en las estructuras. ....	24
Figura 1-4: Muro de concreto típico en voladizo .....	25
Figura 1-5: Muro de contención con contrafuertes, usado en estructuras de gran altura.....	26
Figura 1-6: Suelos, fundaciones y muros”, Graciela Fratelli (1993) .....	28
Figura 1-7: Esquema de diseño típico para el caso de muros de contención. ....	30
Figura 1-8: Modos de falla típicos en muros de contención: Fuente: Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014) y Baroni et al. (2012) .....	32
Figura 1-9: Dimensionamiento típico de muros de contención de gravedad. Fuente: Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014). ....	34
Figura 1-10: Estado en reposo y estado activo de un suelo. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010) .....	35
Figura 1-11: Estado pasivo de suelo. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010) .....	36
Figura 1-12: Variación de la presión lateral inducida por el relleno tras un muro de contención. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010). ....	37
Figura 1-13: Determinación del esfuerzo de horizontal asociado al estado activo del suelo, de acuerdo con la teoría de Rankine. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010) .....	39
Figura 1-14: Determinación del esfuerzo de horizontal asociado al estado pasivo del suelo, de acuerdo con la teoría de Rankine. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010) .....	41
Figura 1-15: Valores típicos de los coeficientes de empuje activo y pasivo en suelos densos y sueltos. Fuente: Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014) .....	43
Figura 1-16: Estado de tensiones dentro de un suelo, antes del corte, en el estado activo y en el estado pasivo. ....	44
Figura 1-17: Efecto de la aplicación de una carga vertical puntual sobre la explanación formada por un muro de contención. Fuente: .....	46
Figura 3-1: Ubicación de la zona de estudio, en el Asentamiento Humano Nicolás de Pierola-Chosica . Fuente: Elaboración propia .....	61

Figura 3-2: Vista tridimensional de una cuenca hidrográfica característica y sus partes. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014). .....	62
Figura 3-3: Cuenca endorreica típica del lago Titicaca, entre los límites del Perú y Bolivia. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014).....	63
Figura 3-4: Cuenca exorreica, con desembocadura en el mar. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014). .....	64
Figura 3-5: Partes principales de una cuenca. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014). .....	66
Figura 3-6: Elementos y partes principales de una cuenca. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014). .....	66
Figura 3-7: Consecuencias del flujo de lodos ocurridos en el distrito de Huachipa. Fuente: El Comercio. ....	67
Figura 3-8 Flujo de lodos que destruyó la ciudad de Carmen de Uría en el estado de Vargas, Venezuela en diciembre de 1999. Fuente: Deslizamientos. Juárez (2015). .....	68
Figura 3-9: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015). .....	69
Figura 3-10: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015). .....	70
Figura 3-11: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015). .....	71
Figura 3-12: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015). .....	71
Figura 3-13: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015). .....	72
Figura 3-14: Registros de caudales característicos de caudales presentes en la zona de estudio. Fuente: SENAHMI .....	73
Figura 3-15: Determinación del terreno bajo estudio. Fuente: Elaboración propia.....	74
Figura 3-16: Perfil longitudinal del cauce analizado. Fuente: Elaboración propia. ....	75
Figura 3-17: Secciones transversales obtenidas del cauce analizado, 0+0.0-0+30.0. Fuente: Elaboración propia .....	77
Figura 3-18: Secciones transversales típicas del cauce analizado, desde 0+40.0-0+60.0. Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 3-19: Interfaz gráfica y opciones de modelado usando HEC RAS. Fuente: Elaboración propia .....	80

Figura 3-20: Interfaz gráfica típica del programa HEC RAS, para modelar las secciones transversales del cauce analizado. Fuente: Elaboración propia.....	81
Figura 3-21: Sección transversal típica de un cauce de río modelada en HEC RAS. Fuente: Elaboración propia.....	81
Figura 3-22: Cauce típico de la zona analizada y modelada usando HEC RAS. Fuente: Elaboración propia.....	82
Figura 3-23: Zona de inundación debido a un flujo de lodos. Fuente: Elaboración propia.	83
Figura 3-24: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+0-0+0.030. Fuente: Elaboración propia.....	85
Figura 3-25: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+30-0+60. Fuente: Elaboración propia.....	86
Figura 3-26: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+60-0+90. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura 3-27: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+90-0+21.59. Fuente: Elaboración propia.....	88
Figura 3-28: Demarcación de los muros de contención requeridos para la minimización de los efectos del flujo de lodos. Fuente: Elaboración propia .....	89
Figura 3-29: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los primeros 30 metros. Fuente: Elaboración propia.....	90
Figura 3-30: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los segundos 30 metros. Fuente: Elaboración propia. ....	91
Figura 3-31: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los segundos 30 metros. Fuente: Elaboración propia. ....	93
Figura 3-32: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los segundos 30 metros. Fuente: Elaboración propia. ....	93
Figura 3-33: Dimensiones requeridas para la sección transversal del muro de contención. Fuente: Elaboración propia.....	94
Figura 3-34: Diagramas de momentos flectores actuantes sobre el muro. Fuente: Elaboracion propia .....	96
Figura 3-35: Comparación de las fuerzas cortantes actuantes y resistentes. Fuente: Elaboración propia.....	97
Figura 3-35: Comparación de los momentos actuantes y resistentes. Fuente: Elaboración propia .....	98
Figura 5-1. Barreras para la protección de huayco .....	111

Figura 5-2. Pare de la quebrada QUIRIO.....111

## RESUMEN

En los últimos años el Perú se ha visto sometido a una serie de eventos destructivos, tales como Huaycos, flujo de lodos e inundaciones, los que han provocado una serie de trastornos tanto en la economía como en la vida de las personas, en especial de aquellas ubicadas cerca de cauces, hasta hace poco inactivos.

Dentro de este contexto, el presente trabajo de investigación se centra en el estudio de las consecuencias de un posible flujo de lodos en la quebrada Quirió, ubicada en el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola en Huachipa, Lima, Perú; así como una propuesta para la mitigación de los efectos que este evento pueda tener en la población y en la propiedad privada. Con la finalidad de poder determinar las posibles zonas de inundación acontecidas en un evento extraordinario, se ha modelado el flujo de escombros en la zona de interés. Para esto se realizó un levantamiento topográfico específico de la zona de estudio. Los caudales se tomaron de la base de datos del SENAHMI, y finalmente con estos datos se realizó la simulación del flujo de lodos usando el software HECRAS. Además, de los datos preliminares se propuso la colocación de una serie de muros de contención, tomando como base las zonas de inundación establecidas. Los resultados obtenidos muestran que la propuesta de reforzamiento hecha permite la contención del flujo de lodos, evitando que esta pueda alcanzar mayor extensión y mitigando de esa manera los daños.

Palabras clave: Flujo de lodos, muros de contención, zonas de inundación.

## ABSTRACT

In recent years Peru has been subjected to a series of destructive events, such as Huaycos, mudflow and floods, which have caused a series of disruptions both in the economy and in the lives of people, especially those located near channels, until recently inactive.

Within this context, the present research work focuses on the study of the consequences of a possible flow of sludge in the Queiró Quirió, located in the Nicolas de Pierola Human Settlement in Huachipa, Lima, Peru; as well as a proposal for the mitigation of the effects that this event may have on the population and on private property. In order to determine the possible flood zones that occurred in an extraordinary event, the debris flow has been modeled in the area of interest. For this, a specific topographic survey of the study area was carried out. The flows were taken from the SENAHMI database, and finally with this data the simulation of the sludge flow was carried out using the HECRAS software. In addition, the preliminary data proposed the placement of a series of retaining walls, based on the established flood zones. The results obtained show that the reinforcement proposal made allows the containment of the sludge flow, preventing it from reaching greater extension and thus mitigating the damages.

Keywords: Mod flow, wall retaining, flood zone.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática**

Observamos con frecuencia en nuestro país que en épocas de lluvias ocurren huaycos, las mismas que tienen efectos destructivos en pueblos y ciudades vulnerables. Esta situación ocasiona pérdida de vidas humanas, y también daños materiales incalculables en perjuicio de los habitantes que viven allí.

“Es entonces necesario lograr la reducción de los efectos de los desastres naturales producidos por los huaycos, y esto se alcanzará dándoles mayor énfasis a las actividades pre-desastre, incluyendo la debida planificación, medidas de prevención y preparativos adecuados” (Carhuayal 1992).

Una de las medidas de prevención para evitar los desastres mencionados por los huaycos son los muros de contención.

El Asentamiento Humano Nicolás de Piérola perteneciente al distrito de Chosica, está ubicado en la zona de alto riesgo ante los huaycos. Estas localidades existen muros de contención que fueron construidos en el año 2000 por la Municipalidad de Chosica. Dichos muros de contención son del tipo muros por gravedad.

En la actualidad los muros se encuentran en gran estado de deterioro, con rajaduras, cimientos expuestos y zonas de la quebrada que en partes falta descomatar. Se observa a simple vista que no están en condiciones de cumplir la función para la cual fueron construidas: proteger a la comunidad ante huaycos. En anexo se presentan fotografías que muestran el estado de los muros de contención.

Por esta realidad problemática es necesario prevenir desastres en el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola y adoptar medidas para evitar pérdidas humanas y materiales.

Se hace necesario presentar una propuesta de muro de contención que tenga las características técnicas de un diseño adecuado y eficiente y efectivo que ayude a evitar los efectos de los huaycos.



Figura 1-1: Estado actual de muros en la cabrada seca QUIRIO

## **1.2 Trabajos previos**

Para realizar el presente proyecto se realizó la búsqueda de trabajos de investigación a nivel internacional y nacional, y se encontraron los siguientes:

### **1.2.1 Antecedentes Internacionales**

Rojas (2009) en su tesis titulada Diseño de muros de contención, Sector La Aguada, Comuna de Corral, Chile, tuvo como objetivo solucionar los problemas de estabilidad de taludes del sector de la Agüada, mediante obras de contención de tierras. Las conclusiones a las que arribó con el estudio fueron: 1) Con respecto a la topografía se observa en los cortes transversales y longitudinales que una importante cantidad de los taludes, tienen una pendiente casi vertical. 2) En cuanto a las alternativas de medidas reductoras de riesgo de deslizamientos de tierra, se eligieron los muros de contención en voladizo, por ser el más conveniente para la zona. 3) En cuanto a los datos usados para diseñar el muro se utilizaron valores tabulados de ángulos de fricción y cohesión, al no ser posible efectuar los ensayos de mecánica de suelos pensados inicialmente. 4) Un efecto directo de lo expresado líneas antes, pueden ser las dimensiones de las losas de base de los muros, ya que al utilizar valores considerando las peores condiciones que podría tener el suelo de fundación, se podría obtener valores sobredimensionados para estas secciones.

### 1.2.2 Antecedentes nacionales

López (2017), en su tesis titulada Evaluación del Muro de Contención en la avenida Arequipa, pueblo joven La Primavera, Chimbote 2017 – Propuesta de Mejora se planteó como objetivo evaluar el estado actual del muro de contención en la avenida Arequipa del pueblo joven La Primavera, Chimbote – 2017 y elaborar un nuevo diseño de muro. En sus conclusiones presenta que se determinó la compresión de concreto en los dos tramos del muro de contención, se determinó la patología del muro de contención, de acuerdo a lo estudiado podemos establecer que el muro de contención existente en cualquier momento fallaría por deslizamiento, se realizó el análisis estructural a través del Sap2000 para ambos diseños, determinando que el diseño actual sufre mayor estrés por parte del concreto por lo que fallaría en cualquier momento el muro, mientras que el nuevo diseño presenta un nudo rígido en la parte céntrica lo cual garantiza la estabilidad de la estructura. Finalmente se realizó el nuevo diseño de muro de contención, señalando que el diseño depende principalmente de las características de la estructura y del relleno a soportar.

Bernuy y Bueno (2015) en su tesis Estabilización de ladera con muros de contención y estudio de impacto ambiental para la protección de viviendas en el barrio de San Isidro del distrito de San Marcos – Huari, Ancash, se planteó como objetivo estudiar la estabilización de ladera con muros de contención y estudiar el impacto ambiental para proteger las viviendas de la zona indicada, obteniendo como conclusiones: 1) La zona de vulnerabilidad y el riesgo con el que viven los pobladores de la zona de estudio se debe al crecimiento urbano, movimientos sísmicos y grandes precipitaciones de lluvias que debilitan el suelo convirtiéndolo en una zona crítica. 2) Se han efectuado los estudios topográficos de la zona urbana señalando las características. 3) Geológicamente en la zona el material es semirocoso, con una capa de conglomerado con profundidad entre 1.00 – 2.00 m. 4) Se realizó una calicata, y los suelos son del tipo GC – GM. La Presión admisible del suelo para diseñar el muro es de  $q_a = 1.67 \text{ kg/cm}$ . 5) Se determinaron las pautas para el diseño de los muros de contención. 6) Se hizo el diseño estructural de muros de contención para alturas de 3, 3.5m, 4m, 5m y 8 m de altura, de acuerdo a cómo están ubicadas las viviendas. 7) Se efectuó el estudio de impacto ambiental para el futuro cuando ejecuten los muros se consideren las medidas para mitigar el impacto ambiental.

Paucar, J. y Pari, H. (2014) en su estudio Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa - Anchonga km 06+500, afectado por la erosión del río Lircay, definieron como

objetivo presentar la propuesta técnica de un muro de contención en el tramo de la carretera indicada, llegando a las siguientes conclusiones: a) El muro de contención de tipo gravedad y de voladizo solo será posible utilizarlo al cumplir con la resistencia de diseño, a los 28 días. Con respecto al muro de gavión se puede utilizar inmediatamente y no es necesario esperar a cumplir con su resistencia porque está dada desde el inicio de su construcción. b) Los tres tipos de muro propuestos son seguros y funcionan perfectamente, y con respecto al costo el muro de gavión es el más económico, por lo tanto, se propone este tipo de muro para la protección de la carretera.

## 13 Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1 Muros de contención

Según UCLM (2011), los muros son “elementos constructivos que tienen como propósito principal contener un terreno natural, o un relleno natural o un elemento a almacenar”. Para Escobar y Duque (2016), los muros de contención son estructuras verticales y lineales construidas como una pared para soportar taludes escarpados de masas de suelo y rocas en macizos fracturados, o de arrumes de materiales heterogéneos”

### 1.3.2 Muro de gravedad

Son estructuras que basan su funcionamiento en la estabilidad que les provee su gran masa, es decir, debido a sus grandes efectos gravitacionales (Torres 2008). Con respecto a su sección transversal, estas son de varias formas, tal como se puede apreciar en la Figura 1-2.

La estabilidad depende de su propio peso y del suelo que le sirve de apoyo, por ello necesita de grandes dimensiones que dependen del empuje. La base de estos muros puede tener una profundidad mínima de 0.80 mt. Por el lado de la economía, pero por la experiencia de los eventos ya ocurridos en la quebrada Quirio, nos deja como experiencia que tendríamos que emplear una excavación para cimentar no menor a los 2.50 mt. de profundidad, ya que en la actualidad hay muros que fueron construidos en el pasado y que presentan cimientos expuestos por la caída de huaycos.

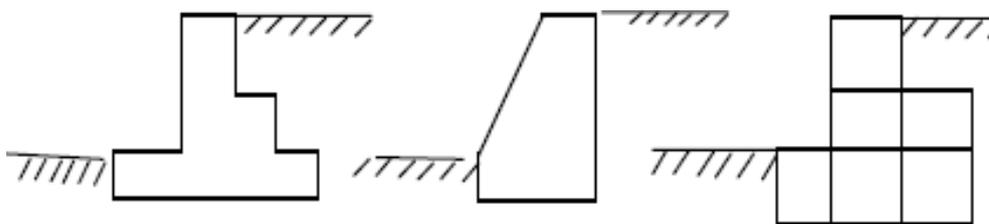


Figura 1-2: Tipos de muros de gravedad más comunes en la práctica de la ingeniería.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1-3: Efecto de los flujos de lodos en las estructuras.

### 1.3.3 Muro de voladizo o en ménsula

Son muros que “resisten la presión de tierra por la acción en voladizo de una pantalla vertical empotrada en una losa horizontal (zapata), ambos convenientemente protegidos para soportar los momentos y fuerzas cortantes a los que están sujetos. Generalmente son económicos para alturas no mayores de 10 metros”. (Torres, 2008). En la figura N° 3 se puede apreciar la sección transversal de un muro de este tipo.

La forma más conocida es la denominada T, que obtiene su estabilidad por el ancho de la zapata, de modo que la tierra colocada atrás del muro, coadyuva a evitar el volcamiento y lastrado del muro aumentando el rozamiento entre el suelo y el muro en la base, mejorando así la seguridad del muro al deslizamiento.

Los muros de este tipo son diseñados para resistir el empuje de tierra, la eliminación del agua debe realizarse con diversas alternativas de drenaje. Entre las comunes se tienen la colocación de drenes en la partes posterior de estos, es decir, en el trasdós.

Si el terreno no se está drenado apropiadamente, podrían suceder presiones hidrostáticas indeseables. Las pantallas de concreto en este tipo de muros son generalmente delgadas, con un espesor cerca de  $1/10$  de la altura del muro, dependiendo de las fuerzas cortantes y momentos flectores ocasionados por la presión de tierra. El espesor de la corona debe ser tan grande como para permitir la colocación del concreto fresco, y en general se utilizan valores entre 20 y 30 cm.

El espesor de la base depende de las fuerzas cortantes y momentos flectores de las secciones ubicadas en la parte delantera y posterior de la pantalla, de tal manera que el espesor depende directamente de la posición de la pantalla en la base, si la dimensión de la puntera oscila alrededor de  $1/3$  del ancho de la base, el espesor de la base por lo general se ubica entre  $1/8$  y  $1/12$  de la altura del muro.

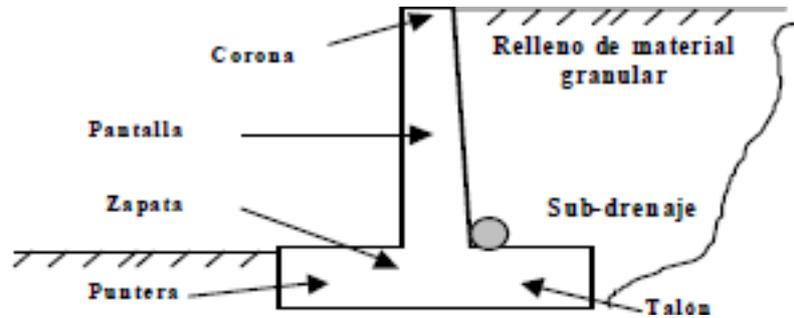


Figura 1-4: Muro de concreto típico en voladizo

### 1.3.4 Muro con contrafuertes

“Los contrafuertes son juntas ubicadas entre la pantalla vertical del muro y la base. La pantalla de este tipo de muros soporta la presión funcionando como losa continua que se apoya en los contrafuertes, de tal manera que el refuerzo principal en el muro se ubica de manera horizontal. Son muros de concreto armado y son económicos para alturas de más de 10 metros” Torres (2008). En la figura N° 4, se puede apreciar una vista parcial de un ejemplo de este tipo de muro. Los contrafuertes pueden ser ubicados en la parte interna de la pantalla en contacto con la tierra o en la parte externa en la cual por estética es inconveniente. Los muros con contrafuertes son muros en voladizo que han evolucionado, debido a que al incrementar la altura del muro se incrementa el espesor de la pantalla, incremento que es reemplazado por los contrafuertes; la solución supone un armado, encofrado y vaciado más complicado.

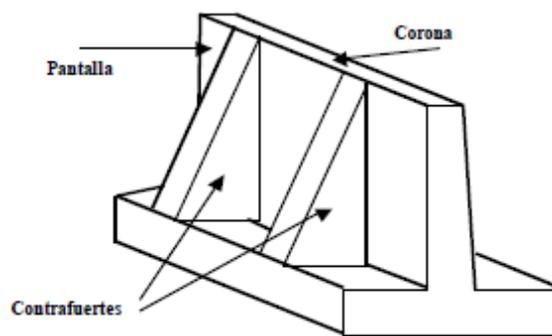


Figura 1-5: Muro de contención con contrafuertes, usado en estructuras de gran altura.

### 1.3.5 Estabilidad

Con respecto a la estabilidad de un muro de contención, Torres (2008) señala que “el análisis de la estructura considera la fijación de las presiones que se ejercen por encima de la base de fundación, tales como empuje de tierra, peso propio, peso de la tierra de relleno, cargas y sobrecargas con la finalidad de estudiar la estabilidad al volcamiento y deslizamiento, así como valor de las presiones de contacto”.

El peso propio del muro: esta presión actúa en el centro de gravedad de la sección, y se puede calcular fácilmente dividiendo la sección del muro en áreas parciales sencillas y de propiedades geométricas conocidas.

La presión que el suelo actúa sobre el muro que la contiene está relacionada directamente con el desplazamiento del conjunto. En el estado natural, si el muro permanece estático la

presión es de reposo; si el muro se desplaza y se aleja del suelo, la presión se reduce hasta un estado mínimo conocido como presión activa. Si el muro se mueve contra la tierra, la presión se eleva hasta un máximo conocido como presión pasiva.

### 1.3.6 Teorías de empuje de tierras sobre muros de contención

El empuje es la presión que ejerce el terreno hacia el muro de contención o al contrario y depende de la inclinación del muro, las propiedades del suelo, y la ubicación del nivel freático (como se cita en Palacios, L. y Toala, M., 2015, p.24). Existen dos tipos de empuje o presión:

- Presión Activa (PA): es el empuje que ejerce el suelo sobre el muro de contención.
- Presión Pasiva (PP): es el empuje que ejerce el muro de contención sobre el suelo.

Las principales teorías para determinar estos empujes corresponden a Coulomb y Rankine.

Teoría de Coulomb. Esta teoría consiste en que “la presión que ejerce sobre el muro se determina considerando el equilibrio límite de una tajada de suelo limitada por la espalda de la pared, en la cual se incorpora el efecto de la fricción entre la estructura y el suelo ( $\delta$ ) se considera la superficie de falla plana y se aplica a muros de contención con cualquier inclinación en su trasdós ( $\beta$ ) o en el talud ( $\alpha$ )” (Fratelli, 1993).

#### Hipótesis

De acuerdo a Guevara (2008), la Teoría de Coulomb se basa en las siguientes hipótesis:

1. Limita la aplicación para el caso de presión activa de tierras a un área de rotura plana. Esta hipótesis es aceptada para la presión activa del suelo, pero para la presión pasiva cuestionada.
2. El suelo es una masa isotrópica y homogénea, con rozamiento interno y cohesión, con un drenaje conveniente, de modo que no se consideren fuerzas intersticiales en él.
3. Las fuerzas de rozamiento se reparten de manera uniforme a lo largo del plano de falla.
4. La cuña de falla se conduce como un cuerpo rígido.

La falla es un problema de deformidad plana (bidimensional), y se considera una longitud unitaria de un muro infinitamente largo. La cuña de falla se desplaza a través de la pared interior del muro, ocasionando rozamiento entre el muro y el suelo.

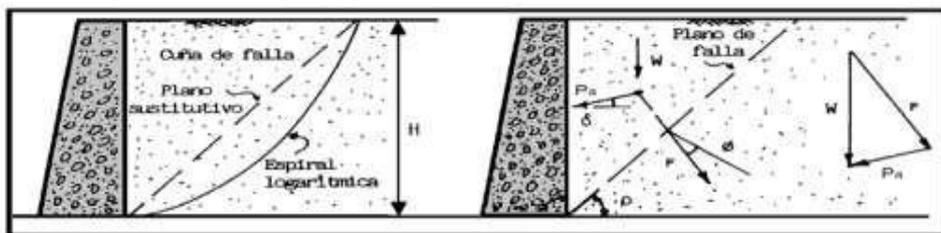


Figura 1-6: Suelos, fundaciones y muros”, Graciela Fratelli (1993)

Con las hipótesis señaladas anteriormente, Coulomb obtuvo las ecuaciones que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1-1: Cálculo de las presiones del suelo usando la teoría de Coulomb.

TIPO DE PRESIÓN	ECUACIONES
Presión Activa	$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$
	Coeficiente de empuje de suelo $K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi')}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta - \delta) \left[ 1 + \frac{\text{sen}(\phi' + \delta) \text{sen}(\phi' - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta) \text{sen}(\alpha + \beta)} \right]^2}$
Presión Pasiva	$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$
	Coeficiente de empuje de suelo $K_p = \frac{\text{sen}^2(\beta - \phi')}{\text{sen}^2 \beta \text{sen}(\beta + \delta) \left[ 1 - \frac{\text{sen}(\phi' + \delta) \text{sen}(\phi' + \alpha)}{\text{sen}(\beta + \delta) \text{sen}(\alpha + \beta)} \right]^2}$
Si $\alpha = 0, \beta = 90$ y el muro fuera completamente liso $\delta = 0$ entonces $K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi'}{2} \right) \quad K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$	

$\beta$	=	Ángulo de inclinación de la pared interna del muro (grados)
$\delta$	=	Ángulo de fricción del muro (grados)
$\alpha$	=	Ángulo de inclinación del talud (grados)
$K_a$	=	Coefficiente de presión activa
$K_p$	=	Coefficiente de presión pasiva

### 1.3.7 Teoría de Rankine

“Es una propuesta de teoría más simple para el cálculo de las presiones del suelo y se basa en el equilibrio plástico, referida a la situación en que cada elemento de la masa de suelo está a punto de tener una falla” (Fratelli, 1993).

Hipótesis

1. Rankine consideró las siguientes hipótesis en su teoría:
2. El suelo es una masa isotrópica y homogénea.
3. No existe fricción entre el muro y el terreno.
4. El paramento interior del muro es siempre vertical.
5. La dirección de la presión es paralela al talud o inclinación de la superficie.
6. La presión resultante de tierra es aplicada a 1/3 de la altura del muro, considerando constantemente desde la base del muro.

El diseño de los muros aplicando la teoría de Rankine se considera apropiado, de manera especial para suelos no cohesivos.

### 1.3.8 Diseño de muro de contención

De acuerdo a (Bernuy y Bueno (2015), el diseño de un muro de contención consiste en seguir dos pasos. Seleccionar de manera tentativa las dimensiones de la estructura del muro de contención.

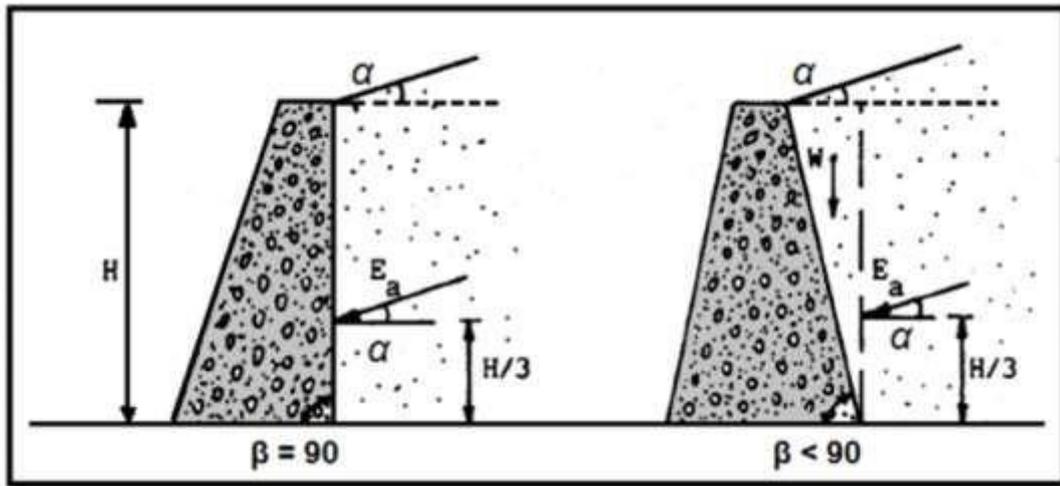


Figura 1-7: Esquema de diseño típico para el caso de muros de contención.

Tabla 1-2: Ecuaciones para el cálculo de empujes usando la teoría de Rankine.

TIPO DE PRESIÓN	ECUACIONES
Presión Activa	$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$
	Coeficiente de empuje de suelo $K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$
Presión Pasiva	$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$
	Coeficiente de empuje de suelo $K_p = \cos \alpha \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}$
Si $\alpha = 0$ entonces	

$\alpha$	=	Ángulo de inclinación del talud (grados)
$\phi'$	=	Ángulo de fricción del suelo (grados)
$K_a$	=	Coefficiente de presión activa
$K_p$	=	Coefficiente de presión pasiva

Elaboración propia. Fuente: Fratelli (1993)

Analizar la estabilidad de la estructura frente a las presiones que ejercen sobre ella, y considera los siguientes tipos:

1. Estabilidad de talud
2. Estabilidad al volcamiento
3. Estabilidad al deslizamiento
4. Estabilidad global
5. Hundimiento

Si los resultados no son convenientes, se cambian las dimensiones y se reanuda el análisis. Para realizar la primera tentativa de selección de las dimensiones del muro, el diseñador se basa en su experiencia, o emplea tablas que contienen la relación entre el ancho de la base y la altura para muros comunes. Para el análisis lo primero es calcular la magnitud de las presiones que ejercen por arriba de la base del muro, incluido la presión de tierra y el peso del muro. A continuación, se debe calcular la estabilidad del muro con respecto al volcamiento. Al final se debe calcular la resistencia del suelo de apoyo al muro para:

- a. Evitar el deslizamiento del muro por el plano de su base.
- b. Soportar la presión máxima en el borde exterior de la base evitando el volcamiento.
- c. Resistir las presiones verticales, incluyendo el peso del terraplén sin asentamiento excesivo, volcamiento o deslizamiento hacia el exterior del muro.

## 14 Modos de falla en muros de contención

Un muro de contención es propenso de perder su configuración geométrica, esto puede ser debido a la acción de las cargas externas generadas por la acción del empuje de tierras, por la infiltración del agua o incluso por la acción de un sismo.

Los ingenieros encargados del diseño y construcción de este tipo de estructuras, deben tener en cuenta los posibles mecanismos de falla, por tanto es importante el conocer y entender cada uno de los modos de falla reportados en la literatura, en la Figura 1-8 se muestran los modos de falla típicos en este tipo de estructuras.

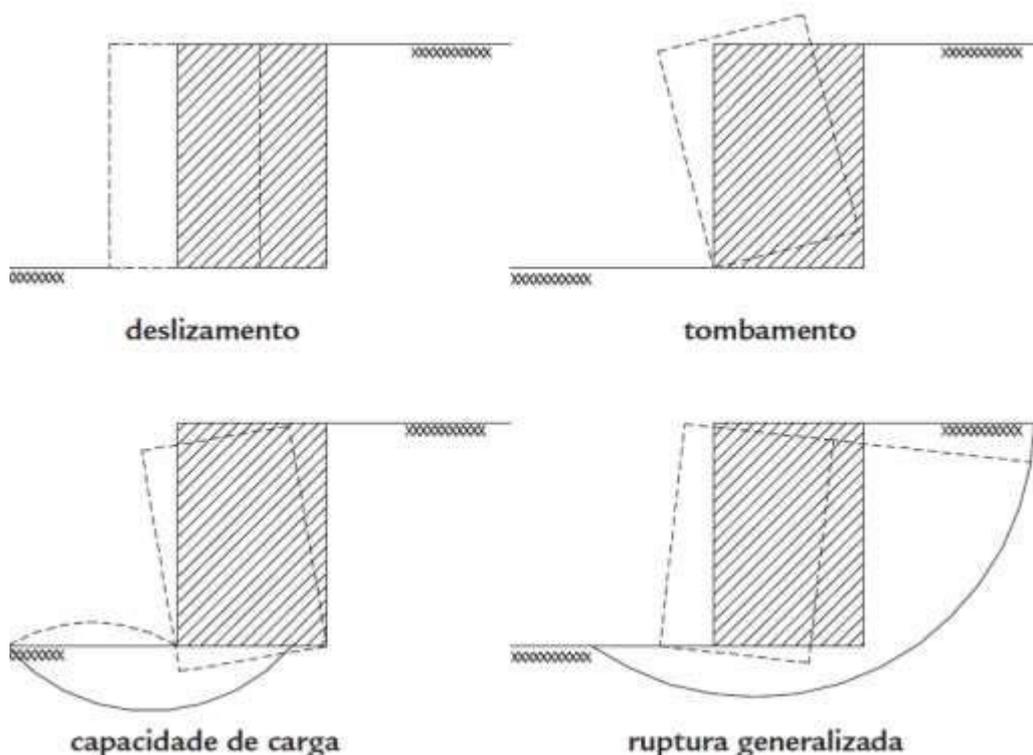


Figura 1-8: Modos de falla típicos en muros de contención: Fuente: Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014) y Baroni et al. (2012).

El primer modo de falla característico de los muros de contención es el deslizamiento, en este tipo de falla, existe un gran desplazamiento de la estructura de retención, lo que generará que una cuña de tierra se desprenda, arruinando la explanación formada por ella estructura de contención, este hecho además podría tener implicaciones aún mayores, si se tienen estructuras construidas sobre estas explanaciones.

El segundo modo de falla está asociado con el volteo de este tipo de estructuras, este tipo de falla puede ocurrir si la base del muro se encuentra perfectamente restringida, sin embargo, al ser las fuerzas actuantes demasiado intensas, estas pueden provocar el giro del muro, este tipo de falla se observa en la Figura 1-8.

El tercer tipo de falla encontrado en los muros de contención es la falla por capacidad de carga, este tipo de falla ocurre debido a que el suelo de fundación, no ofrece la capacidad resistente necesaria, por lo que terminará cediendo, lo que se traduce en un hundimiento del muro de contención, con un giro asociado, como se puede observar en la figura mencionada anteriormente.

El cuarto tipo de falla es debido también al tipo de terreno de fundación, ya que aunque este falla no está asociada a la falla del suelo de cimentación, en la se puede observar claramente que la falla se debió a la formación de un línea de falla en el terreno, es importante notar que este tipo de falla es global y que en general resulta más complicado de detectar, además es un tipo de falla que tiene mayor probabilidad de ocurrir en terrenos blandos que en terrenos rígidos (Braja Das, 2010).

## **15 Dimensionamiento típico de muros de contención de gravedad**

Aunque en general el dimensionamiento de los muros de contención, dependerá de las condiciones típicas de cada caso, y en especial de que el diseñador garantice la estabilidad de la estructura de retención, tanto al deslizamiento, como al volteo, existen disponibles en la literatura técnica, proporciones y dimensiones recomendadas, las que pueden ayudar al ingeniero práctica al dimensionamiento de este tipo de estructuras. De acuerdo con lo mencionado, Braja Das (2014), propone unas proporciones básicas para el dimensionamiento de muros de gravedad, en la Figura 1-9 se muestran las características típicas de este tipo de estructuras.

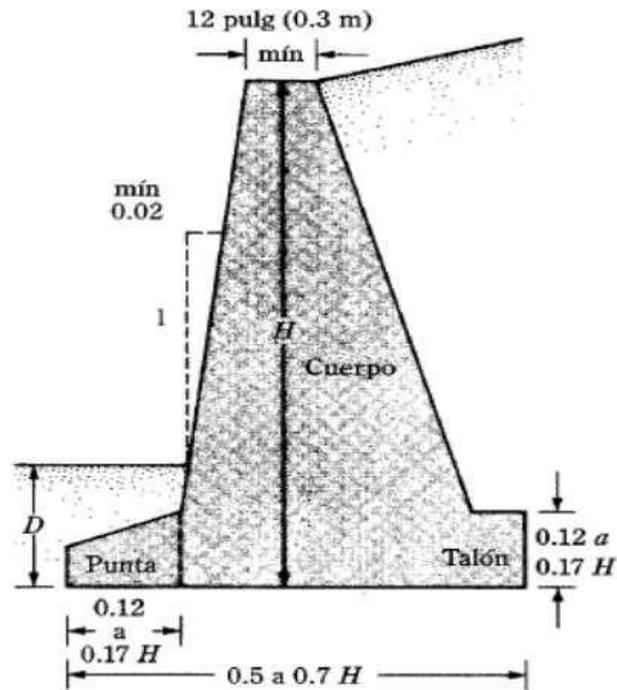


Figura 1-9: Dimensionamiento típico de muros de contención de gravedad. Fuente:

Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014).

## 1.6 Presión lateral sobre muros de contención

Es importante tener en cuenta que al construir un muro de contención, lo primero que se hace es realizar un tendido del talud natural encontrado en la zona, esto se logra mediante la formación de un nuevo talud, con pendiente bastante inferior a la entrada en estado natural, de tal manera que se garantice la estabilidad de esta mientras dure la construcción de muro. Sin embargo, una vez terminada la construcción del muro, el espacio entre el trasdós y el talud formado para la construcción deberá ser rellenado, ya que lo que interesa es aprovechar la plataforma formada por el muro de contención, sin embargo, al término de este proceso, el muro quedará sometido a una presión lateral inducida por el relleno, queda claro que en un principio, la carga lateral transmitida al muro será debida únicamente al peso del relleno y a sus propiedades mecánicas, sin embargo, cuando la obra entre en servicio, es de esperarse que sobre la plataforma formada, empiecen a actuar una serie de cargas, las que inevitablemente terminarán incrementando las presiones laterales sobre el muro de contención.

En este punto resulta importante entender cómo funciona la transmisión de cargas laterales en el caso de suelos, lo primero que debemos hacer es imaginar que en lugar de suelo se tiene

un fluido, esta técnica es conocida como la analogía de Terzagui, de aquí podremos entender claramente que existe cierto nivel de presiones actuando en el trasdós del muro, aunque a diferencia de un fluido, este no es igual a la presión vertical del fluido.

Comencemos este estudio, suponiendo una masa de suelo, como la mostrada en la Figura 1-10, y que dentro de esta masa se toma una porción infinitesimal de esta, es decir una porción de suelo suficientemente pequeña, como para que los cambios en sus propiedades de primer sean mucho más importantes que los cambios de orden superior, esto en términos matemáticos puede ser entendido como que, la derivada de primer orden de cualquier función de interés, es mucho mayor que las derivadas de orden superior.

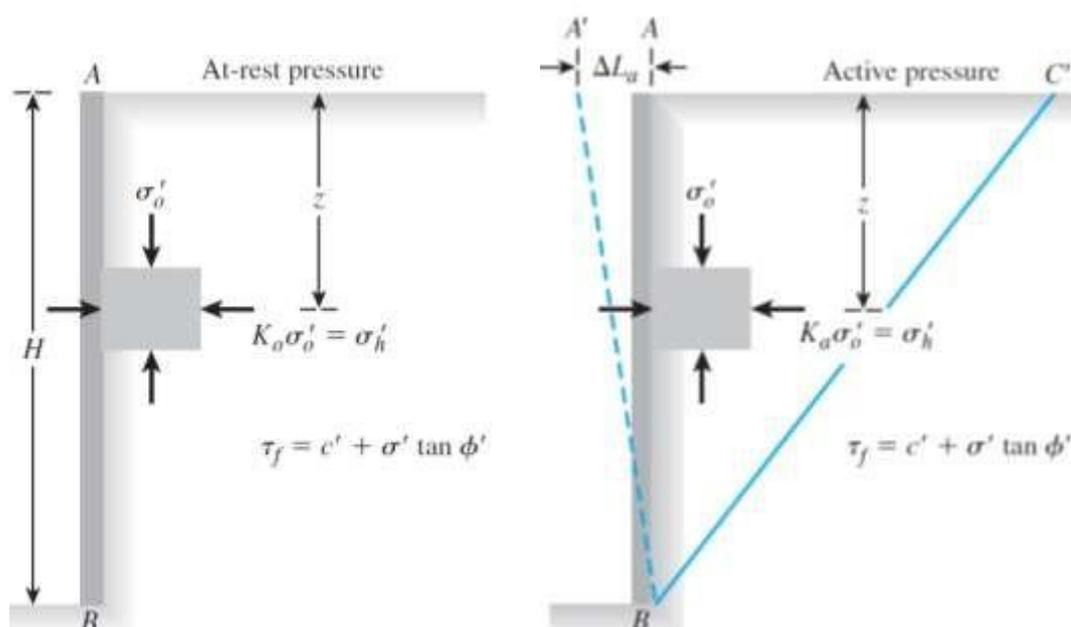


Figura 1-10: Estado en reposo y estado activo de un suelo. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010).

Sin embargo, la masa infinitesimal considerada debe ser lo suficientemente grande como para que las propiedades de esta puedan ser descritas en términos macroscópicos, esto último es equivalente a decir que puedan ser usadas teorías de fallas como las Rankine o Coulomb.

Además, con la finalidad de simplificar el modelo estudiado, consideraremos que el la masa de suelo se encuentra sostenida por un muro de contención infinitamente largo, al igual que el suelo, esta suposición nos permite estudiar este problema como un problema de estado plano de deformaciones, es decir un estado en el que las deformaciones se presentan únicamente en el plano de análisis.

En este caso, la partícula se encontrará sometida a un estado de esfuerzos biaxial, en el que se encuentran actuando los esfuerzos verticales y los esfuerzos horizontales, en este punto cabe aclarar que el esfuerzo vertical en un punto cualquiera de la masa de un suelo puede ser obtenida multiplicando el peso específico del suelo, por la profundidad a la que se encuentra el punto analizado. En la notación de la figura presentada, podemos decir que el esfuerzo vertical efectivo tiene el valor de  $\sigma'_v$ , mientras que el esfuerzo horizontal efectivo se denotó mediante la letra  $\sigma'_h$ , el problema planteado puede resumirse en determinar cuál es el valor del esfuerzo horizontal.

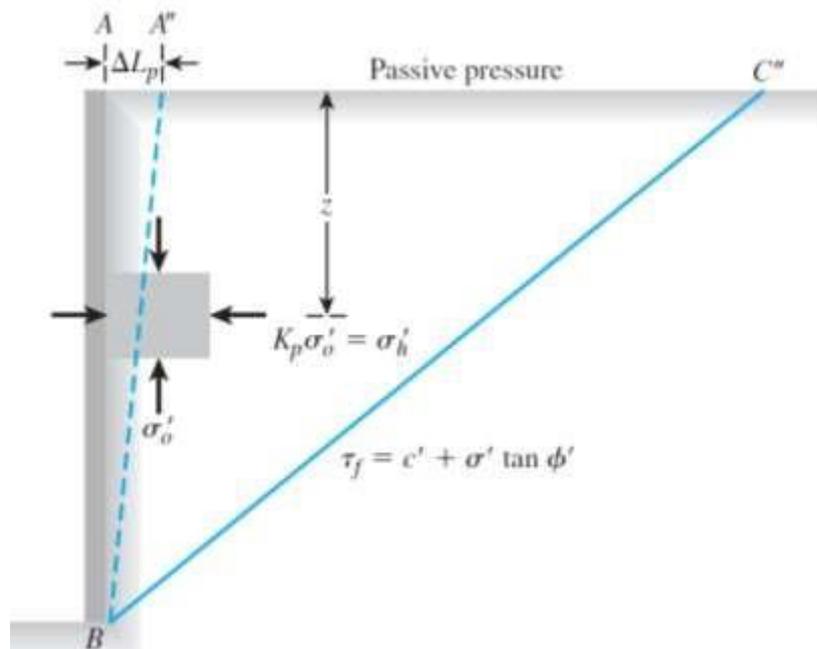


Figura 1-11: Estado pasivo de suelo. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010).

En este punto se debe tener en cuenta, que de acuerdo con el estado del arte del ingeniería geotécnica, el esfuerzo horizontal en el suelo dependerá del estado del suelo, y este estado está vinculado estrechamente, con el nivel de movimiento relativo del muro, como se puede observar en la Figura 1-10 y Figura 1-11 (Braja Das, 2010). De acuerdo con esto, existen tres estados del suelo, el estado pasivo, el estado activo y el estado de reposo.

### 1.6.1 Presión de reposo

El estado de reposo se da cuando el suelo ubicado en el trasdós del muro, no experimenta ningún tipo de movimiento relativo, es decir la masa del suelo de relleno se encuentra en estado de reposo, en este caso, a la relación entre el esfuerzo horizontal y el esfuerzo vertical se le conoce como coeficiente del suelo en estado de reposo y tiene la siguiente expresión:

$$k_o = \frac{\sigma'_v}{\sigma'_h}$$

En la Figura 1-12 se presenta un gráfico que muestra la variación de la presión ejercida por una masa de suelo sobre un muro de contención, de acuerdo con el nivel de desplazamiento relativo.

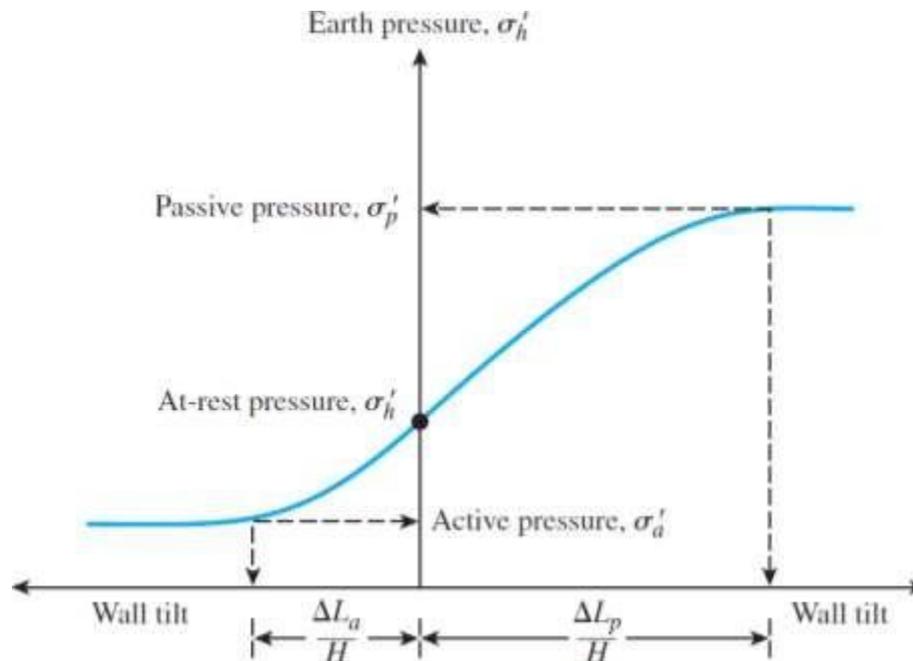


Figura 1-12: Variación de la presión lateral inducida por el relleno tras un muro de contención.

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010).

De este gráfico podemos observar que si el muro se mantiene fijo, el suelo ejercerá una presión típica, comúnmente llamada presión de reposo.

### 1.6.2 Presión Activa

Si la masa de suelo ubicada en el trasdós del muro empuja la masa del suelo, logrando un movimiento relativo de este, habrá un menor contacto entre el suelo y el muro, por lo que se puede esperar que las presiones disminuyan, de hecho, si nos apoyamos de la Figura 1-12, podremos observar que si nos movemos a la izquierda en el eje horizontal, el nivel de presión entre el muro y las masas de suelo tiende a disminuir, hasta alcanzar un valor límite, a este estado se le denomina usualmente empuje activo del suelo.

Además de acuerdo con la Figura 1-10, podemos ver que una vez que se ha alcanzado el estado mencionado, la presión ejercida por el suelo pasaría a llamarse  $\sigma'_a$ , y la relación entre el esfuerzo activo y el esfuerzo vertical en la masa del suelo, se llama coeficiente de empuje activo.

$$k_a = \frac{\sigma'_a}{\sigma'_o}$$

Con la finalidad de poder determinar el estado de empuje activo, nos apoyaremos del uso de las circunferencias de Mohr. En el estado inicial, la masa de suelo estudiada se encontraba en reposo, por lo que en el plano horizontal el esfuerzo normal es igual  $\sigma'_o$ , mientras que el esfuerzo de corte es igual a cero; en el caso de los esfuerzos aplicados en el plano vertical, podemos observar que en el estado de reposo el esfuerzo normal es igual a  $k\sigma'_o$ , mientras que el esfuerzo de cortante es igual a cero. Al graficar este estado inicial, obtenemos la circunferencia “a”, como se puede observar en la Figura 1-13.

Además si tenemos en cuenta que a medida que el muro se aleja del relleno de suelo, los esfuerzos normales horizontales aplicados sobre el trasdós del muro, van disminuyendo gradualmente, como podemos apreciar de la Figura 1-12; en este punto se puede plantear que existirá un punto en el que el esfuerzo de corte excederá el límite que la masa de suelo pueda tolerar, por tanto, cuando ocurra el estado activo del suelo, la circunferencia de Mohr será tangente a la línea de que define el límite de falla del suelo, como se puede apreciar en la misma figura.

En este punto es importante considerar que el estado de falla dependerá de las propiedades del suelo, tales como la cohesión, y el ángulo de fricción interna, por tanto la determinación de la presión activa, dependerá, de estas propiedades y del estado inicial del suelo, es decir de las presiones verticales actuantes.

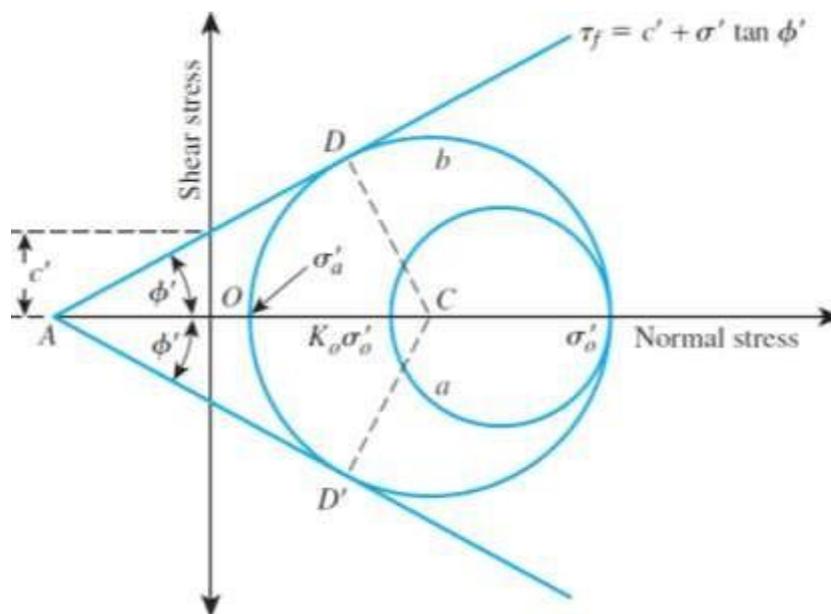


Figura 1-13: Determinación del esfuerzo de horizontal asociado al estado activo del suelo, de acuerdo con la teoría de Rankine. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010).

Después de realizar un proceso de equivalencias entre los triángulos presentados en la Figura 1-13, se obtiene la siguiente expresión:

$$\sigma'_a = \gamma z \tan^2\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right) - 2c' \tan\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right)$$

Donde:

$\sigma'_a$ : Empuje activo ejercido por el suelo ubicado en el trasdós.

$\phi'$ : Ángulo de fricción interno del suelo.

$c'$ : Cohesión del suelo.

$\gamma$ : Peso específico del suelo.

$z$ : Profundidad del punto analizado.

La expresión anterior representa el empuje activo de un suelo en general, es decir de un suelo que podría tener cohesión; estas características son típicas de suelos arcillosos, sin embargo, si estamos ante suelos granulares, podemos reescribir la expresión anterior mediante una

expresión aún más sencilla, que expresa que la presión pasiva depende únicamente del Angulo de fricción interna del suelo y la presión vertical actuante.

$$\sigma'_a = \sigma'_o \tan^2\left(45 - \frac{\phi'}{2}\right)$$

### 1.6.3 Empuje pasivo

Si el muro de contención se mueve contra la masa del suelo, a este estado se le conoce como estado pasivo, pues en este caso es el muro el que trata de movilizar la masa ubicada en el trasdós, un gráfico explicativo de este proceso se muestra en la Figura 1-11. Como puede verse de los casos mencionados, tratar de mover una masa ubicada en trasdós de este, requerirá de gran esfuerzo, por lo que puede observarse que el esfuerzo horizontal requerido para movilizar tal cantidad de tierra tiende a ser mayor que en el caso del empuje activo.

Con la finalidad de poder determinar el valor del empuje pasivo, nos apoyaremos mediante el uso de la circunferencias de Mohr, tal como se muestra en la Figura 1-14, para esto se empieza graficando el estado de reposo del suelo, y al igual que en el caso anterior, este estado se encuentra graficado mediante la circunferencia “a”, como puede verse del mismo gráfico, además se debe tener en cuenta que a medida que el muro se mueve hacia la masa de suelo, la presión lateral se va incrementado gradualmente, por lo que la circunferencia de Mohr asociada con la circunferencia “a”, va disminuyendo su radio hasta alcanzar un punto, en este estado, el esfuerzo cortante es igual a cero.

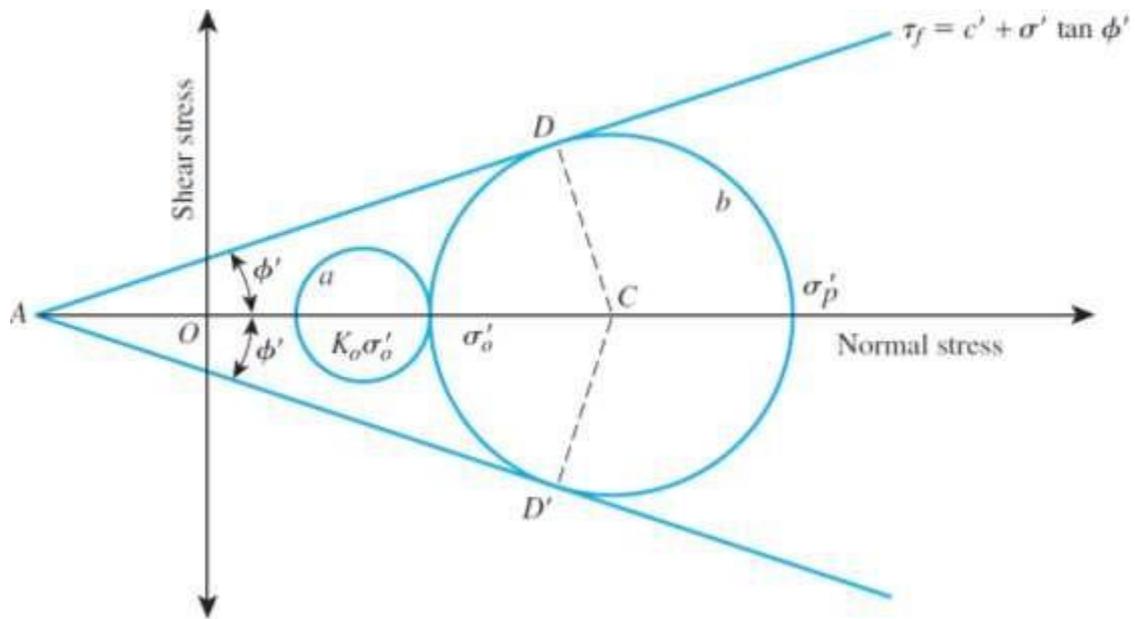


Figura 1-14: Determinación del esfuerzo de horizontal asociado al estado pasivo del suelo, de acuerdo con la teoría de Rankine. Fuente: Principles of Geotechnical Engineering. Braja Das (2010).

A medida que la presión lateral del suelo se incrementa, la circunferencia de Mohr asociada con la circunferencia inicial termina colocándose a la derecha de la circunferencia dibujada inicialmente, esta ira aumentado su radio, en este punto es importante recordar que el suelo fallara en el momento en el que el esfuerzo cortante alcance el limite planteado por la recta AD, y este estado se alcanza cuando la circunferencia se hace tangente a la recta mencionada, en este instante, la circunferencia es llamada “b”.

De la Figura 1-14 se pueden plantear una serie de expresiones que ligan las variables conocidas y las desconocidas, de donde se encuentra que:

$$\begin{aligned}\sigma'_p &= \sigma'_o \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) \\ &= \gamma z \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right) + 2c' \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)\end{aligned}$$

Donde:

$\sigma'_p$ : Empuje pasivo ejercido por el suelo ubicado en el trasdós.

$\phi'$ : Angulo de fricción interno del suelo.

$c'$ : Cohesión del suelo.

$\gamma$ : Peso específico del suelo.

$z$ : Profundidad del punto analizado.

La expresión mostrada anteriormente es válida para un suelo en general, sin embargo, muchas veces el trasdós será rellenado con suelos granulares, en lugar de suelos cohesivos, es decir aquellos suelos en los que  $c'=0$ , por tanto, la expresión anterior puede ser reescrita como:

$$\sigma'_p = \sigma'_o \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

Además, al igual que en el caso del empuje activo, la relación entre el empuje pasivo y el esfuerzo vertical se le llama coeficiente de empuje pasivo.

$$\frac{\sigma'_p}{\sigma'_o} = K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

## 1.7 Propiedades características típicas de suelos

Se ha podido observar en las secciones anteriores que la presión sobre un muro de contención, depende directamente las propiedades del suelo, tales como ángulo de fricción interna y cohesión del suelo. Es importante aclarar que estas propiedades deben ser obtenidas para cada caso particular del suelo estudiado, aunque en la literatura científica pueden encontrarse rangos aproximados de estos parámetros, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 1-3: Densidades secas y ángulos de rozamiento interno característicos de suelos comunes. Fuente: Diseño de muros de contención. Alva Hurtado et al. (2010).

Clase de terreno	Densidad seca $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Angulo de rozamiento interno $\varphi$
Grava arenosa	20	35 – 45 °
Arena compacta	20	35 – 45 °
Arena suelta	17	30 – 35 °
Pedraplén	18	35 – 45 °

De la tabla mostrada podemos observar que la grava arenosa posee ángulos característicos que varían desde 35° hasta los 45°, como era de esperar, este parámetro tiende a ser muy elevado en el caso de gravas, ya que por lo general estos materiales tienen un coeficiente de empuje activo de menores a los suelos más sueltos.

En el caso de las arenas sueltas, se pudo apreciar que estas tienen un ángulo de fricción interna que varía desde los 30° hasta los 35°, este valor resultó ser bastante bajo, si se comparan con los valores característicos de las gravas.

Finalmente, es importante aclarar que no se han mostrado los valores característicos de cohesión, puesto que se tratan de suelos granulares, por lo que tienen un nivel de cohesión cercano a cero.

## 1.8 Variación del coeficiente de empuje

Como se observó en las secciones anteriores, la presión ejercida por el suelo dependerá del estado de movimiento relativo del muro de contención, se observó además que es posible determinar un coeficiente de transmisión de cargas verticales, denominado coeficiente de presión lateral.

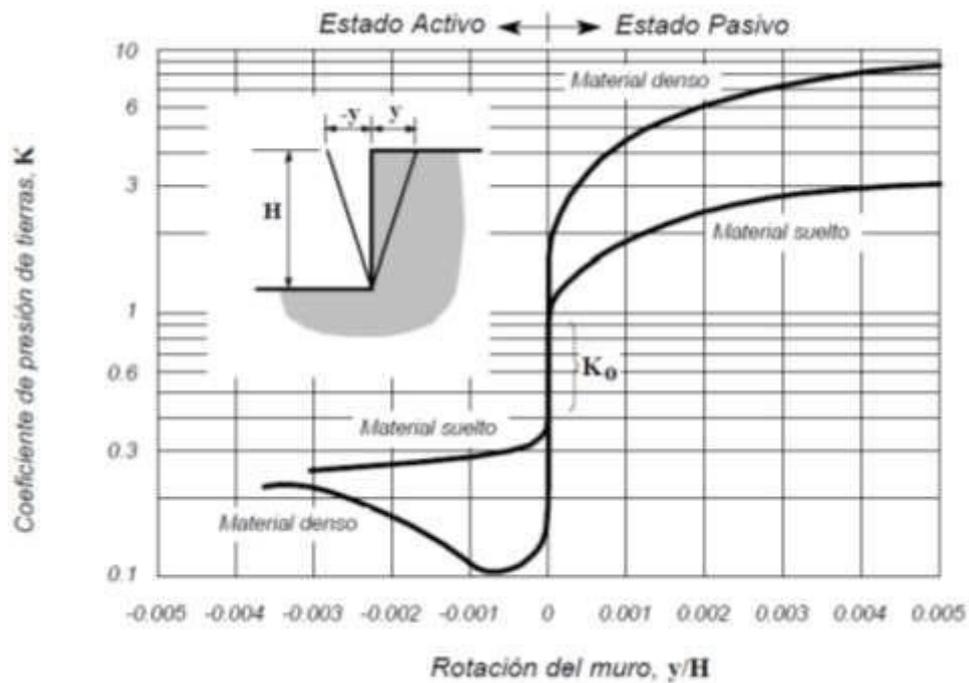


Figura 1-15: Valores típicos de los coeficientes de empuje activo y pasivo en suelos densos y sueltos. Fuente: Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014).

En la Figura 1-15 se presenta la variación del coeficiente de presión de tierras, de este gráfico podemos apreciar que el valor de este parámetro tiende a crecer, a partir del estado de reposo, ya que como se puede observar del mismo gráfico, si el muro se mueve hacia el muro de contención, el coeficiente de empuje de tierras tiende a incrementar, mientras que si el muro se mueve alejándose del relleno, el coeficiente de empuje lateral tiende a disminuir.

Resulta interesante además, observar el efecto que tiene el tipo de suelo en el cálculo del coeficiente empuje lateral. Se puede comentar que si se trata de un suelo denso, el coeficiente del empuje lateral, en el caso del estado pasivo, es mucho mayor al correspondiente en el caso de un suelo suelto, pudiendo llegar a alcanzar casi cuatro veces este valor, como se puede apreciar en la Figura 1-15

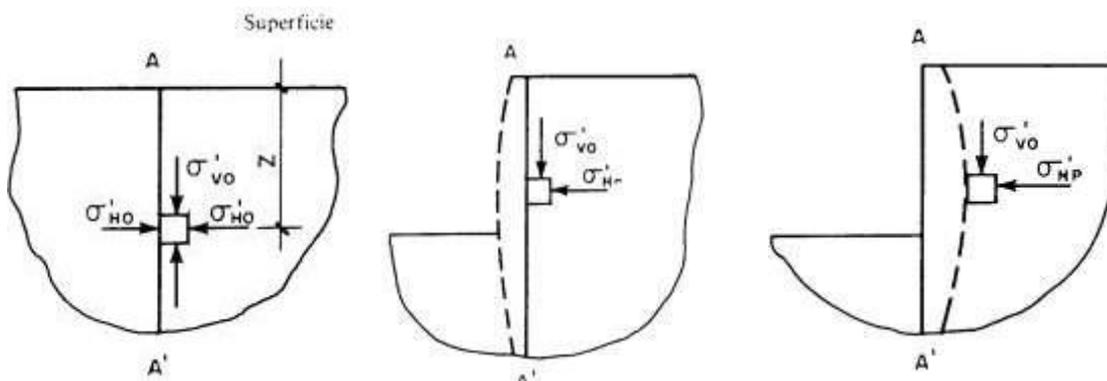


Figura 1-16: Estado de tensiones dentro de un suelo, antes del corte, en el estado activo y en el estado pasivo.

En el caso del empuje activo, se puede observar que la variación resulta ser inversa, ya que en el caso de un suelo suelto, el coeficiente de empuje tiende a ser mayor que en el caso de suelos compactos, este hecho tan curioso puede explicarse fácilmente si se tiene en cuenta que a mayor compactación del suelo, la presión lateral tiende a disminuir, mientras que si el suelo es suelto, este tiende a aproximarse al estado de un fluido, por lo que la presión lateral tiende a aumentar.

A modo de resumen, la Tabla 1-4 nos muestra las ecuaciones obtenidas en el cálculo de las presiones laterales, tanto en el estado activo del suelo, como en el estado pasivo, así mismo se nos muestran las expresiones obtenidas usando otro tipo de teorías, tales como la teoría de falla de Columb y Muller-Breslau.

Tabla 1-4: Calculo del empuje activo y pasivo, considerando distintas teorías de falla del suelo.

Fuente: Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014).

Descripción	Estado activo	Estado pasivo
<b>Empuje total</b>	$P_A = K_A \frac{\gamma H^2}{2}$	$P_P = K_P \frac{\gamma H^2}{2}$
<b>Coulomb</b> Estático $\alpha = \pi/2$ $\delta' = \beta = 0$	$K_A = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)$	$K_P = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2}\right)$
<b>Rankine</b> Estático $\alpha = \pi/2$ $\delta' = \beta$	$K_A = \frac{\cos\beta [\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi'}]}{[\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi'}]}$	$K_P = \frac{\cos\beta [\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi'}]}{[\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi'}]}$
<b>Mayniel</b> Estático $\alpha = \pi/2$ $\beta = 0$	$K_A = \frac{\cos^2\phi'}{D_A \cos\delta'}$ $D_A = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}\phi'}{\cos\delta'}} \right]^2$	$K_P = \frac{\cos^2\phi'}{D_P \cos\delta'}$ $D_P = \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}\phi'}{\cos\delta'}} \right]^2$
<b>Muller-Breslau</b> Estático $\psi = 0$	$K_A = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi')}{D_A \text{sen}^2\alpha \text{sen}(\alpha - \delta')}$ $D_A = \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}(\phi' - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta') \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2$	$K_P = \frac{\text{sen}^2(\alpha - \phi')}{D_P \text{sen}^2\alpha \text{sen}(\alpha + \delta')}$ $D_P = \left[ 1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}(\phi' + \beta)}{\text{sen}(\alpha + \delta') \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2$

## 19 Efecto de las cargas externas

Es importante tener en cuenta que si sobre la explanación de un talud existen cargas externas actuantes, estas deben ser tomadas en cuenta, ya que el efecto de las cargas externas tendrá relevancia en un muro de contención, dependiendo de su magnitud y distancia a la que este colocada. En la Figura 1-17 se presenta en el que una carga puntual actúa sobre una explanación formada por un muro de contención típico, como se puede observar de este caso, la carga puntual aplicada se encuentra actuando a una distancia  $mH$  del muro de contención.

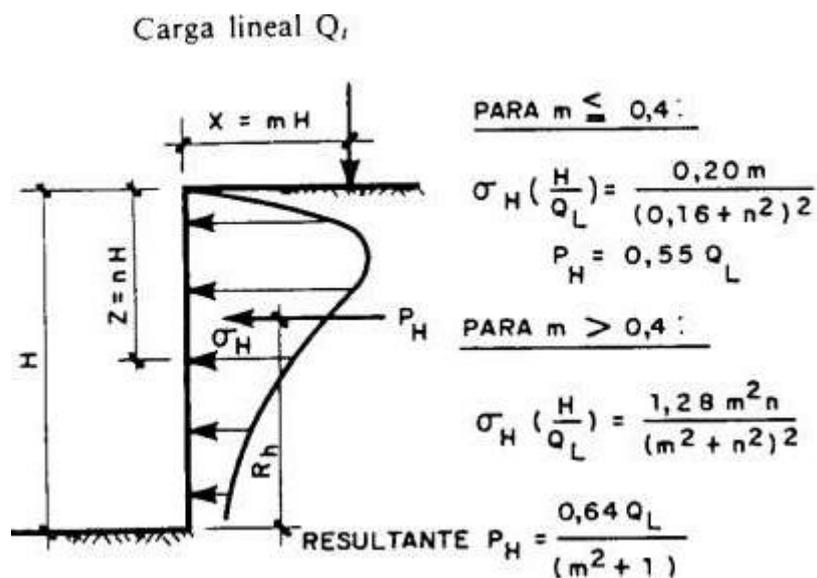


Figura 1-17: Efecto de la aplicación de una carga vertical puntual sobre la explanación formada por un muro de contención. Fuente:

De la figura presentada, podemos observar que si la distancia de la carga puntual al muro de contención es menor al 40% de la altura del muro, entonces la presión es una función de la altura del muro y la fuerza ejercida sobre el muro es  $0.55 Q_L$ .

En el caso de que la distancia de entre la carga aplicada y el muro de contención supere el 40% de la altura del muro de contención, podemos observar que la fuerza actuante sobre el muro contención ya no depende únicamente de la magnitud de la carga puntual, sino de la distancia de aplicación de la carga puntual.

### 1.10 Factores de seguridad normativos

Una vez determinados los tipos de presiones y la magnitud de estas sobre un muro de contención, es importante realizar un análisis de estabilidad, es decir un análisis en el que se valoren las fuerzas que intentan trasladar y/o rotar un muro, contra las fuerzas que intentan

mantenerla en su lugar. De acuerdo con este tipo de análisis, habrá que asegurar que las fuerzas resistentes a la traslación sea por lo menos algunas veces superiores a las fuerzas que intentan provocar el movimiento (fuerzas actuantes), condiciones similares pueden decirse de los momentos, pues existirán fuerzas actuantes que intente rotar al muro de contención, mientras que otras intentarían evitar el giro.

Sobre lo mencionado, podemos mencionar que existen numerosas normativas sobre el tema, además estas proponen diferentes factores de seguridad contra el deslizamiento y la rotación de muros de contención, un resumen de estos factores, asociados a distintas normativas se muestran en la Tabla 1-5.

Tabla 1-5: Factores de seguridad contra el deslizamiento, volcamiento y capacidad de carga.

Fuente: Introducción a la ingeniería geotécnica. Braja Das (2014).

FACTOR DE SEGURIDAD		NORMA			
		CCP-95	NSR-98	NSR-10	AASHTO
DESLIZAMIENTO	Suelos Granulares	1.5	1.5	1.60	1.50
	Suelos Cohesivos		2.0		
VOLCAMIENTO	Suelos Granulares	2.0	3.0	3.00	2.00
	Suelos Cohesivos		2.0		
CAPACIDAD DE CARGA	Suelos Granulares	3.0	2.5	3.00	3.00
	Suelos Cohesivos				

### **1.11 Formulación del problema**

¿Qué mejoras en el control de los efectos de un flujo de lodos se pueden lograr usando muros de contención en el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola - Chosica, 2018?

### **1.12 Justificación del estudio**

#### **1.13 Justificación teórica**

El presente trabajo de investigación se efectúa con la finalidad de aportar al conocimiento actual sobre los muros de contención como un medio para prevenir y minimizar el paso de huaycos y cuyos resultados servirán para identificar los puntos vulnerables de la quebrada.

##### **1.13.1 Justificación tecnológica**

El estudio se justifica tecnológicamente porque se utilizará tecnología de ingeniería civil para elaborar la propuesta de muro de contención. De igual manera se utilizará tecnología informática para diferentes aspectos de la propuesta.

##### **1.13.2 Justificación metodológica**

La aplicación del método científico en el presente estudio permitirá generar una ficha de evaluación del muro actual y una guía de recolección de datos que podrán ser de utilidad para otros estudios.

##### **1.13.3 Justificación económica**

Uno de los resultados del estudio será el presupuesto de la propuesta de muro de contención, y esta información será de utilidad para quienes quieran hacer una propuesta económica similar.

### **1.14 Hipótesis**

La colocación estratégica de muros de gravedad permitirá la reducción de los efectos del flujo de lodos en el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola - Chosica, 2018

## **1.15 Objetivos**

### **1.15.1 Objetivo general**

Mitigar los efectos de los flujos de lodos mediante la utilización de muros de gravedad en el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola - Chosica, 2018

### **1.15.2 Objetivos específicos**

OE1. Determinar las características topográficas de la zona de estudio.

OE2. Diseñar los muros de gravedad en función de los flujos de lodos.

OE3. Determinar la reducción del impacto del flujo de lodos mediante el uso de muros de gravedad.

## 2 II. MÉTODO

## **21 Diseño de la investigación**

La investigación es de tipo descriptivo y no exploratorio. Es de tipo descriptivo porque “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de objetos, como en este caso es el muro de contención. Y sólo pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, sin pretender investigar si existe relación entre ellas” (Fernández, Hernández y Baptista, 2010).

Es estudio es también no exploratorio porque “se limitan a observar los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos, sin manipular deliberadamente las variables” (Fernández, Hernández y Baptista, 2010).

## **22 Variables, operacionalización**

### **2.2.1 Variable independiente**

Muros de contención

### **2.2.2 Variable dependiente**

Efectos del flujo de lodos

### **2.2.3 Operacionalización de las variables**

Variable: Muro de contención

**Definición conceptual:** Es una estructura diseñada y construida con la finalidad de sostener el empuje de tierras u otros materiales, generalmente colocados en el intradós de esta estructura. Escobar y Duque (2016)

**Definición Operacional:** Realizar un estudio de suelo (ensayo especial, ensayo entandar) evaluar el muro actual, realizar el diseño del muro de contención y elaborar un estimado del presupuesto para el muro en mención.

**Dimensiones:** Levantamiento Topográfico, EMS, Diseño de muro de contención y Económica.

a) Levantamiento Topográfico:

Es un conjunto de técnicas y métodos orientados a la recolección de información del terreno, tales como alturas, distancias y relieve. Para esto se apoya en el uso de una serie de

instrumentos tales como el nivel, la estación total entre otras. Además de las características naturales, tales como el relieve, ríos, vegetación entre otros de este tipo, los levantamientos topográficos tienen como objetivo el levantamiento de información geográfica, tales como carreteras, casas, puentes entre otras.

Para la elaboración del estudio topográfico se contará con personal calificado para el trabajo, (topógrafo) se desplazará a dicho terreno (quebrada Quirio) con el instrumental adecuado para la toma de datos y mediciones, se colocarán los puntos geodésicos, mínimo 2 puntos y se hará un poligonal cerrado. Tras este trabajo de campo, se realizará el análisis, estudio y edición de los datos para la obtención de los resultados, principalmente mapas o planos. Los instrumentos a utilizarse estarán debidamente calibrados y certificados por una empresa reconocida, llámese Geosistena, Geincor etc.

- Teodolito óptico.
- Teodolito electrónico.
- Distanciómetro.
- Estación semitotal.
- Estación total.

**Caudal en la zona de estudio:** El caudal es una medida de la cantidad de masa de una sustancia por unidad de tiempo, aunque en general el término caudal es usado para el agua, su uso es aceptado para flujos de otros tipos, como el flujo de detritos. Es en este sentido que será usado a lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación.

En cuanto a la zona de estudio se puede comentar que de acuerdo con estudios realizados por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), los deslizamientos o flujo de detritos ocurridos en la quebrada de Quirio en el año 2011 totalizaron cincuenta mil metros cúbicos de lodos y lodos. El resultado de este flujo de lodos ha originado una cobertura de barro con espesores de variables. Estos van desde los 2m hasta los 9m, dependiendo de la zona donde se mida.

**a) Socavación:**

La socavación es un fenómeno físico ocurrido por la interacción de un flujo y el suelo. El fenómeno ocurre debido a la gran energía cinética del flujo que al contacto con el suelo le transmite parte de su energía cinética, provocando que las partículas que conforman el suelo

salgan despedidas e inicien un movimiento junto al fluido que dio origen al fenómeno. Aunque en general parezca que este fenómeno no conlleva grandes flujos de masa, la verdad es que debido a la gran velocidad de muchos ríos, la que usualmente suele incrementarse en determinados momentos del año, es posible la movilización de grandes masas de tierra de lugares muy específicos, los que luego son transportados a zonas en las que las velocidades terminan disminuyendo considerablemente.

Este fenómeno es responsable, a menudo, del colapso de estructuras de ingeniería, tales como el colapso ocurrido en el puente la Solidaridad, en el Perú, que fue un puente que terminó colapsando por que un incremento en el caudal del río Rímac, provocó que sus cimientos quedaran expuestos y finalmente perdieran apoyo.

### **b.1) Socavación General:**

La socavación general es un término que se aplica a la descripción del fenómeno en grandes extensiones de área. En este sentido, es a menudo un término poco usado pues en general lo que más interesa a la práctica de la ingeniería es la socavación local, la que se describe a continuación.

### **b.2) Socavación Local**

La socavación local es un fenómeno de interacción del suelo y el flujo de agua o alguna otra sustancia. Como se explicó en secciones anteriores, es usual que debido a la gran velocidad del flujo de agua, parte del suelo se movilice, al experimentar la transferencia de una parte de la energía cinética del fluido. Ahora, como se podrá imaginar el lector, el cauce de un río o un flujo de lodos, por lo general es irregular, y existen variaciones, no solo de forma, tales como tramos rectos o curvos, sino también variaciones en el ancho del cauce e incluso de la profundidad del canal.

Estas variaciones provocan que la velocidad sea en general una función de la posición e incluso del tiempo, en otras palabras, la velocidad tiene valores máximos en ciertas zonas y mínimos en otras. Esto provocará que exista socavación en ciertas partes de recorrido del canal, lo que traerá consecuencias serias si cerca existen estructuras de ingeniería como puentes o carreteras.

## b) Definición de la mecánica de suelos

La mecánica de suelos es una parte de la mecánica de los materiales que busca establecer una relación entre un conjunto de cargas aplicadas de manera estática o dinámica y las deformaciones existentes en estos materiales.

### c.1) ensayos de laboratorio.

Los ensayos de Laboratorio Estándar y Especiales, serán realizados en un laboratorio de Mecánicas de Suelos, en este caso tomaremos los servicios del laboratorio de la Universidad Agraria la Molina, así como en ensayo Químico de Sales Agresivas al concreto. Bajo las normas de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.). En dicho laboratorio serán realizados los siguientes ensayos:

- Ensayo estándar
- Ensayos especiales
- Clasificación de suelos

**El suelo de la zona de estudio** Están conformados por un estrato superficial de piedras sub angulares de hasta 3” de buena dureza, arenas de grano grueso a medio de pocos finos limosos y estado compacto, bajo el cual existe roca ígnea intrusiva gabrodiorítica de textura fanerítica.

**Escala de medición:** Nominal, ordinal, razón, intervalo etc.

En la tabla N° 1 se incluye la Matriz de Operacionalización de variables.

## 23 Población y muestra

### 2.3.1 Población

La población “es el conjunto de elementos de los cuales se busca investigar y conocer una o varias de sus características, y para el cual serán válidas las conclusiones encontradas en el estudio” (Gonzales y Salazar, 2008).

En el presente estudio la población es el muro de contención a diseñar para el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola ubicado en el distrito de Lurugancho-Chosica, ya que dicho asentamiento sufre año a año los embates de la naturaleza, más conocido como caída de huayco.

### **2.3.2 Muestra**

La muestra es un “conjunto de individuos u objetos seleccionados científicamente y que forman parte de una población. Para el estudio se debe buscar que la muestra sea representativa de la población; es decir que, con márgenes de error calculables, las características de la muestra reflejan las características que definen a la población de la cual fue extraída” (Gonzales y Salazar, 2008).

En el presente estudio la población es de un solo elemento y por lo tanto la muestra es ese mismo elemento. Por tal razón, como la muestra del estudio será la propuesta del muro de contención que se para el Asentamiento Humano Nicolás de Piérola ubicado en el distrito de Chosica en Lima. Comprenderá la zona donde se ubicará el muro de contención (quebrada Quirio)

El tipo de muestra que se utilizará es no probabilística o dirigida, “porque la muestra es seleccionada de acuerdo al criterio del investigador, sobre la base de su experiencia y conocimiento de la población motivo de la investigación” (Rustom2012)

Tabla 2-1. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES DE VARIABLE	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Muros de contención	Un muro de contención, es una estructura lineal y vertical construida como una pared como rígida, para el soporte de taludes. Escobar y Duque (2016)	Estructura de concreto, o concreto armado que permite la contención del paso de un flujo de lodos.	Geometría	Altura Ancho Profundidad de cimentación	Metros
			Ubicación	Ubicación	Ordinal
			Material	Concreto grava	Ordinal
Efectos del flujo de lodos	Es el flujo de grandes masas de agua, tierra y rocas, que usualmente van desde zonas de mayor potencial hasta zonas de menor potencial.	Flujos de agua, tierra y piedras, que pueden inundar y arrasar zonas pobladas	Topografía	Curvas de nivel	ordinal
			Tipos de suelos	Tipos de suelos	ordinal
			Zonas de inundación y arrastre	Áreas	m <sup>2</sup>

## 24 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1 Técnicas

Para recolectar los datos del estudio se utilizarán las siguientes técnicas:

- **Revisión documental:** Consiste en la “revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Para el estudio se buscará información concerniente a muros de contención y su diseño.
- **Observación:** Consiste en “registrar de manera sistemática, válida y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Para el presente estudio consiste en revisar y evaluar el muro de contención existente y conocer exactamente el estado en que se encuentra.
- **Sistemas de medición por aparatos:** Se refiere a la “utilización de aparatos mecánicos o electrónicos para efectuar mediciones específicas” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). En nuestro caso se utilizarán equipos electrónicos para el estudio topográfico y el estudio de suelos.

## 25 Instrumentos

Para la recolección de los datos se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Hoja guía de revisión documental:** Para realizar una búsqueda de información ordenada y efectiva.
- **Fichas de inspección y análisis:** Para revisar y evaluar todos los aspectos que sean necesarios para el estudio. Se adjunta en anexo.
- **Equipo para estudio topográfico:** Se utilizarán el nivel de ingeniero, teodolito y estación total para realizar el estudio topográfico de la zona, para saber sus curvas de nivel y grado de pendiente de la zona a estudiar.
- **Equipo para análisis de suelos:** Se harán calicatas en la zona de estudio de 3 mt. mínimo de profundidad, para tomar muestras y enviarlas al laboratorio. Los ensayos a realizarse en el laboratorio serán: ensayo estándar y ensayo especial. Con el ensayo estándar se realizará el análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico y contenido de humedad. Con el ensayo especial se realizará el estudio de corte directo, cual resultados darán: el ángulo de fricción, cohesión etc.
- **Software para análisis y diseño:** SAP 2000

### **2.5.1 2.4.3 Validez y confiabilidad**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), la confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes.

1. Para los autores indicados, la validez de un instrumento es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.
2. La ficha de inspección y análisis de los muros de contención que se diseñarán para recolectar los datos será validada por ingenieros civiles expertos en el tema.
3. Los equipos para realizar el estudio topográfico deberán estar en muy buen estado para garantizar la validez y confiabilidad de los datos.
4. Con respecto al análisis de suelos, se seleccionará un laboratorio de prestigio en análisis de suelos para garantizar la confiabilidad de los resultados.
5. En cuanto al software para análisis y diseño de muro de contención SAP 2000, se utilizará un original para asegurar un funcionamiento adecuado.

### **2.5 Métodos de análisis de datos**

Para el análisis de datos cuantitativos se adaptará a la realidad del estudio el método de análisis de datos planteado por Hernández, Fernández y Baptista (2010), y será el siguiente:

Paso 1: Seleccionar un software para analizar los datos

Paso 2: Ejecutar el software

Paso 3: Explorar los datos: a) Analizar descriptivamente los datos b) Visualizar los datos

Paso 4: Evaluar la confiabilidad y validez logradas por los instrumentos de medición

Paso 5: Realizar análisis adicionales

Paso 6: Preparar los resultados para presentarlos (Tablas, gráficos, cuadros, etc.)

## **2.6 Aspectos éticos**

El estudio se realizará respetando los derechos de autor de los diferentes estudios y publicaciones a los que se tenga acceso. Para ello se seguirán las normas que establece la universidad. Por otra parte, a lo largo de todo el trabajo se buscará siempre la veracidad de los datos que se consigan y la información que se cree, de tal manera que al final los resultados sean confiables.

En Anexo 2 se presenta la matriz de Consistencia.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Identificación del área de estudio



Figura 3-1: Ubicación de la zona de estudio, en el Asentamiento Humano Nicolás de Pierola-Chosica . Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Cuencas hidrográficas

Son porciones de superficie terrestre en los que las aguas provenientes de las lluvias tienden a ser canalizadas y transportadas hacia un punto determinado, el que es común para toda esta superficie (Gamión, 2014 y Tapia, 2015). De la definición mencionada, queda claro que toda cuenca hidrográfica está delimitada o tiene como

lentes a un conjunto de parte-aguas, es decir, líneas geográficas que dirigen el agua en sentidos diferentes.



Figura 3-2: Vista tridimensional de una cuenca hidrográfica característica y sus partes. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014).

Como se puede apreciar en la imagen mostrada, ver Figura 3-2, una cuenca está delimitada por un parte-aguas continuo, lo que provoca que las aguas provenientes de las lluvias sean evacuadas usando ciertas zonas de tránsito específicas y comunes a la cuenca, los que finalmente terminan desembocando en una zona específica en la cuenca baja.

### 3.2.1 Clasificación de cuencas

En función al tamaño de estas áreas, expresadas generalmente en m<sup>2</sup> o km<sup>2</sup>, las cuencas pueden ser grandes o pequeñas (Gamión, 2014).

#### 3.2.1.1 Cuenca grande

Se dice que una cuenca es grande si la proyección horizontal del área de la cuenca no supera los 250 km<sup>2</sup> o 2500 Ha. De acuerdo con esta definición, sólo interesa el tamaño de la cuenca, y no sus componentes, tales como pendiente, elevación, cauce.

#### 3.2.1.2 Cuenca pequeña

En contrapartida con la definición de la cuenca grande, una cuenca se dice pequeña, con respecto de su extensión, si el área proyectada en un plano horizontal es inferior a los 250 km<sup>2</sup> o las 2500Ha.

Además, de la clasificación propuesta, las cuencas pueden clasificarse por el tipo de evacuación de las aguas. De acuerdo con esto, las cuencas se clasifican endorreicas y exorreicas.

### 3.2.1.3 Cuenca endorreica

Las cuencas endorreicas son aquellas en las que su desembocadura cae dentro de la misma cuenca, es decir, aquellas en las que la desembocadura tiene la menor cota dentro de toda la cuenca, por lo que las aguas son colectadas dentro de estas. Debido a la definición anterior, es evidente que las cuencas endorreicas terminan formando grandes lagos, por lo que este tipo de cuencas resultan muy fácilmente identificables.

Como se mencionó, las cuencas endorreicas forman lagos, tal es el caso, por ejemplo, de la cuenca que da origen al lago Titicaca, uno de los lagos mas grandes de América del Sur, el que se encuentra ubicada en la frontera Perú-Boliviana.

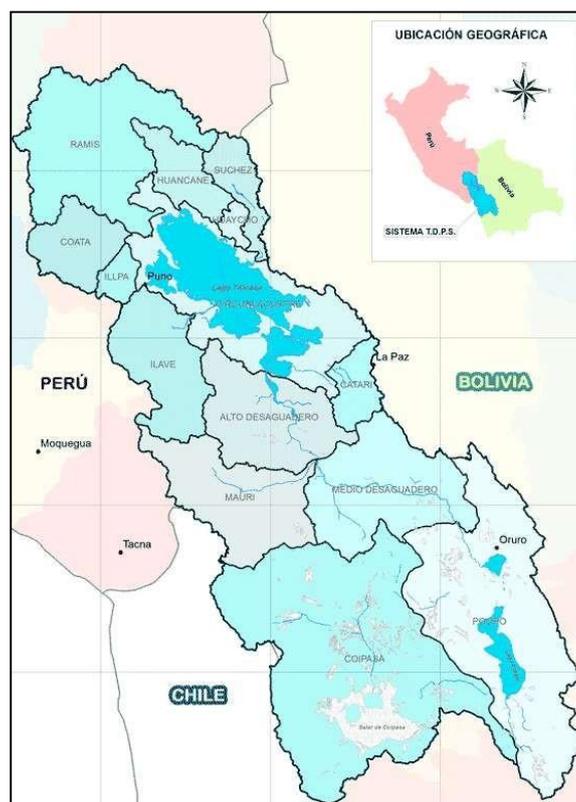


Figura 3-3: Cuenca endorreica típica del lago Titicaca, entre los límites del Perú y Bolivia. Fuente: Modelo de flujo de lodis y lodo. Gamión (2014).

### 3.2.1.4 Cuenca exorreica

Las cuencas exorreicas son aquellas que tienen su desembocadura fuera la cuenca, por lo que todos los demás puntos de esta siempre se encontrarán a mayor cota respecto de la desembocadura. Es interesante mencionar además, que son las cuencas más frecuentes.



Figura 3-4: Cuenca exorreica, con desembocadura en el mar. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gami3n (2014).

Es importante aclarar que no todas las cuencas exorreicas tienen desembocadura en el mar, como se observa en la Figura 3-4, existen cuencas que tienen como desembocaduras corrientes m3s grandes, en este caso, a la desembocadura se le llama afluente de la corriente principal.

Adem3s de las clasificaciones mencionadas, es importante entender que existe una tercera clasificaci3n de las cuencas que toma en cuenta la posici3n relativa de las cuencas, espec3ficamente relacionadas a las cotas. De acuerdo con esto, las cuencas se clasifican en cuenca alta, cuenca media y cuenca baja.

### 3.2.1.5 Cuenca alta

Es la zona de una cuenca con las mayores cotas. Es denominada, a menudo, como cabecera de la cuenca, y por su posici3n es capaz de captar gran cantidad de agua proveniente de los nevados. Adem3s de lo mencionado, es importante hacer ver que debido a su posici3n esta zona est3 sujeta a grandes pendientes, por lo que la energ3a cin3tica de los flujos en esta zona, siempre ser3 de gran magnitud (Ram3rez, 2015). En la Figura 3-2 se puede observar de manera clara, la zona definida como cuenca alta.

### **3.2.1.6 Cuenca media**

Es la zona de una cuenca con un nivel de cotas intermedio, entre la cuenca alta y la cuenca baja, su característica principal es la pendiente.

### **3.2.1.7 Cuenca baja**

Esta zona esta definida por sus pendientes relativamente pequeñas, por lo que es usual que su capacidad de arrastre de sedimentos disminuya, depositando estos en extensas zonas, conocidas como conos de deyección (Ramirez, 2015).

## **3.3 Partes de una cuenca**

### **3.3.1 Parte aguas**

Dentro de una cuenca hidrográfica, el parte aguas, es el lugar geométrico formado por las zonas del terreno que dividen el flujo de agua en dos partes, siendo la mitad, en términos probabilísticos, el agua que se capta para la cuenca, mientras que la otra mitad, se llevada para una cuenca aledaña o vecina. Es importante entender que, es precisamente el parte aguas, la zona que define a la cuenca hidrográfica, por lo que este elemento es esencial. En la Figura 3-5, se muestra, en línea color negro continuo, el parte aguas de la cuenca hipotética mostrada en la misma figura. Es importante aclarar que el parte aguas, no tiene que ser, necesariamente cerrada, como en el caso mostrado.



Figura 3-5: Partes principales de una cuenca. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014).

### 3.3.2 Área de la cuenca

El área de la cuenca es la medida de la superficie definida por el parte aguas, usualmente medido en unidades del sistema internacional, es decir, el  $m^2$ . Es importante mencionar que por facilidad, el área de la cuenca siempre debe ser medida en proyección horizontal. En la Figura 3-5 y en la Figura 3-6, se muestran un par de cuencas hidrográficas, las que se han definido por sus parte aguas.



Figura 3-6: Elementos y partes principales de una cuenca. Fuente: Modelo de flujo de lodos y lodo. Gamión (2014).

### 3.3.3 Cauce principal de una cuenca

Se le denomina cauce principal a la canal natural, formado por la cuenca, en el que todos los demás cauces confluyen, es decir, es el canal que transporta toda el agua recolectada en la cuenca hasta el final de su recorrido. De acuerdo con esta definición, todos los cauces que alimentan al cauce principal se denominan tributarios. En la Figura 3-6, se puede identificar al cauce principal, como aquel que hace un recorrido longitudinal de la cuenca y, generalmente, es el único que llega al cono de deyección.

### 3.4 Flujo de lodos

Los flujos de lodos hacen referencia al movimiento de grandes volúmenes de una mezcla de tierra, rocas, agua y otros elementos, que generalmente se dan a través de cauces naturales y siempre se mueven de puntos con mayor energía potencial a puntos con mayor energía potencial, de forma muy similar al flujo de los ríos. Aunque en general este tipo de flujo no es un fluido de tipo Newtoniano, es posible tener algunas ideas de su comportamiento, al ser estudiadas usando analogías hidráulicas.



Figura 3-7: Consecuencias del flujo de lodos ocurridos en el distrito de Huachipa.

Fuente: El Comercio.

Una de las principales características del flujo de lodos es su gran capacidad destructiva, siendo capaz de pasar con facilidad por obstáculos de gran tamaño, o incluso removerlos o destruirlos. Las consecuencias prácticas de este tipo de fenómenos resultan cada vez más evidentes, en especial, a medida que la población, en un afán de ganar espacio para la vida diaria, terminan construyendo sus viviendas

cerca de laderas de ríos, o más aun, cuando se construyen viviendas en cauces inactivos, con la creencia de que estas nunca volverán a conducir volúmenes importantes de agua y/o flujo de lodos. Este tipo de problemas resultaron evidentes cuando en el año 2017, el Perú fue afectado por efecto del fenómeno del niño. En la Figura 3-7, se muestran algunas escenas que dejaron numerosos flujos de lodos ocurridos en el distrito de Huachipa, debidas al efecto del fenómeno del niño.



Figura 3-8 Flujo de lodos que destruyó la ciudad de Carmen de Uría en el estado de Vargas, Venezuela en diciembre de 1999. Fuente: Deslizamientos. Juárez (2015).

Como es de esperarse, en general, la formación de un flujo inusualmente grande, siempre tendrá efectos negativos para las personas, en especial, cuando estas construyen sus asentamientos en zonas de alto riesgo, como el caso de un cauce inactivo, es decir, un cauce, por el que aparentemente, no ha ocurrido un deslizamiento importante por mucho tiempo. Tal fue el caso, por ejemplo de la ciudad de Carmen de Uria en el estado de Vargas, Venezuela, en el que, en el año 1991, ocurrió un flujo de escombros de gran magnitud que provocó la destrucción de gran parte de la ciudad, como se puede observar en la Figura 3-8.

### **3.5 Formación de los flujos**

La formación de flujos, es en general un proceso complejo, que tiene inicio, en la cabecera de una cuenca y es a raíz de las precipitaciones fluviales. En este punto es

importante aclarar que no todos los flujos requieren del agua para que ocurran, pues la formación de un flujo, depende esencialmente de la fuerza de gravedad, por lo que, su formación es siempre un evento posible (Juárez, 2015).

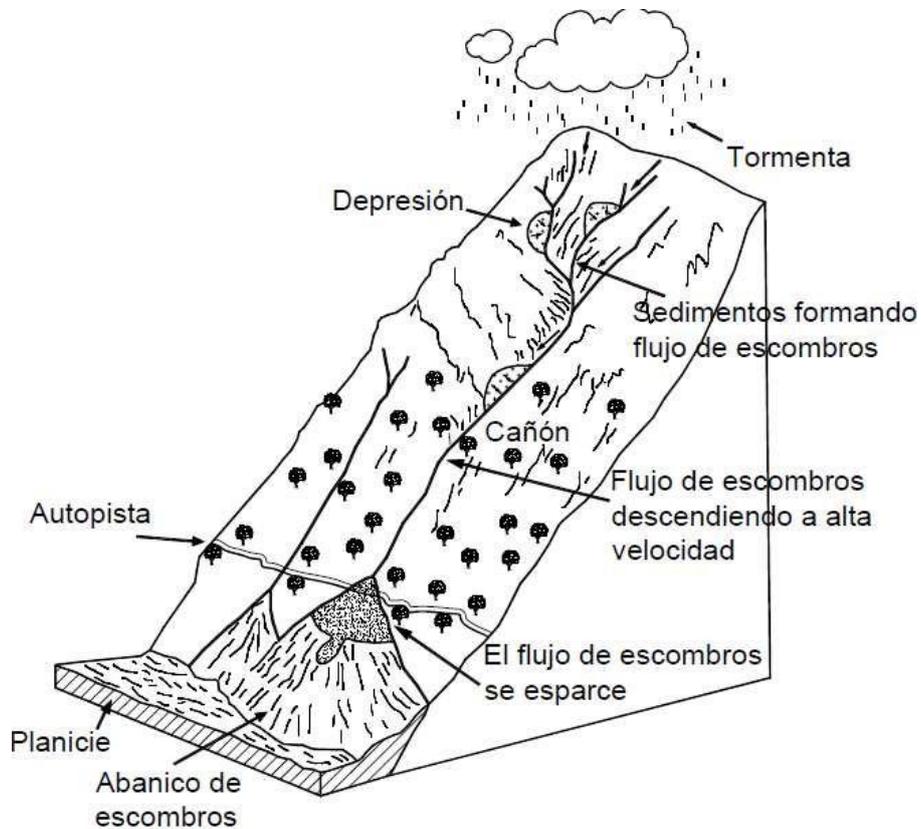


Figura 3-9: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015).

Sin embargo, el agua proveniente de las lluvias es un factor que incrementa, de manera notable, la posibilidad de ocurrencia de un flujo, de hecho, cuando los sedimentos presentes en la cabecera de cuenca se saturan, la mezcla resultante es una sustancia con gran capacidad de flujo.

Como es bien sabido, las precipitaciones dentro de una cuenca hidrográfica, por lo general obedecen a un régimen más o menos estable, por lo que los cauces activos son bien conocidos; sin embargo, el problema radica en que siempre es posible la ocurrencia de lluvias de gran intensidad las que terminarán reactivando causas que en principio parecían inofensivas. Es precisamente la gran cantidad de lluvias, el evento que provoca que grandes masas de tierras se saturen adquiriendo estas una consistencia más o menos fluida, que por efectos de la gravedad termina siendo

arrastrada hacia zonas de menor cota. Es este hecho es el que termina dando origen a un flujo de tierra y piedras, como se muestra en la Figura 3-9.

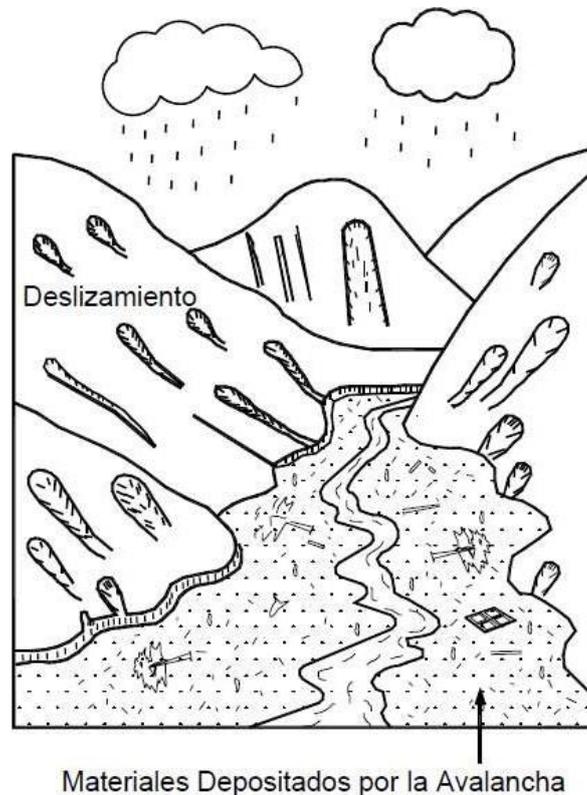


Figura 3-10: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015).

En sí mismo este hecho no representa un problema para las personas, pues es un fenómeno natural que ha ocurrido siempre y que en esencia tiene razones estrictamente físicas en su ocurrencia; sin embargo, muchas veces los centros urbanos se asientan en zonas de gran peligro para estas, especialmente en las zona donde se forma el cono de deyección como se muestra en la Figura 3-10, siendo el resultado catastrófico, tanto en termino de vidas humanas como de pérdidas materiales.

### 3.6 Partes de un flujo de lodos

Los flujos de lodos tienen características físicas importantes, tales como el frente del flujo, esta se define como la Porción del flujo que arriba en los primeros instantes de su movimiento, como se muestra en la Figura 3-11. La cola, es la zona de flujo que arribará al final de su movimiento.

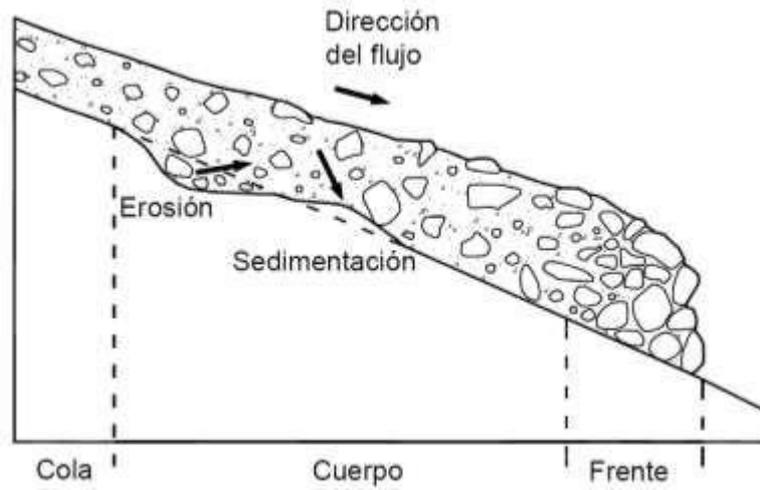


Figura 3-11: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015).



Figura 3-12: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015).

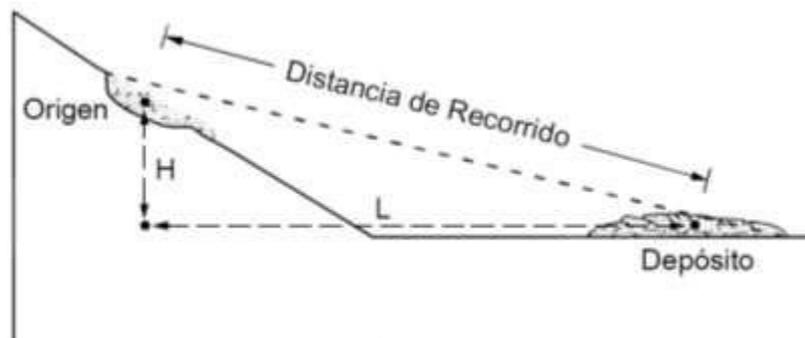


Figura 3-13: Formación de un flujo de lodos típico, en una ladera de gran pendiente. Fuente: Flujo de lodos. Juárez (2015).

### **3.7 Vulnerabilidad**

La vulnerabilidad es un concepto usado en la ingeniería civil, para referirse a las debilidades que cualquier obra civil pueda tener frente a la acción de eventos externos, de origen natural o artificial. En este sentido, debe entenderse que la vulnerabilidad de cualquier ente de la ingeniería es una propiedad intrínseca de este, mientras que las acciones frente a las que presenta ciertas características es una propiedad de su entorno (Martínez Rodríguez, 2012).

De acuerdo con la definición dada, la vulnerabilidad se define de acuerdo a la acción externa que se estudia, como por ejemplo, un evento sísmico, las precipitaciones, el flujo de lodos, deslizamientos, entre otras acciones potenciales. Lo mencionado es de vital importancia, pues una estructura puede ser vulnerable a la acción de un sismo, y por su ubicación muy poco vulnerable a la acción de un huayco, o contrariamente, una estructura de concreto armado construida de manera adecuada y ubicada en una ladera, puede resultar poco vulnerable frente a la acción de un sismo, sin embargo, resulta muy vulnerable frente a la acción de un deslizamiento o un flujo de lodos.

### **3.8 Caudales**

Los caudales son uno de los parámetros más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de estudiar el flujo de lodos, ya que a menudo, estos fenómenos ocurren a consecuencia de los niveles de precipitación significativos en las zonas de estudio. Además, una razón adicional para el estudio de los caudales, es que nos permitirá alimentar al software usado.

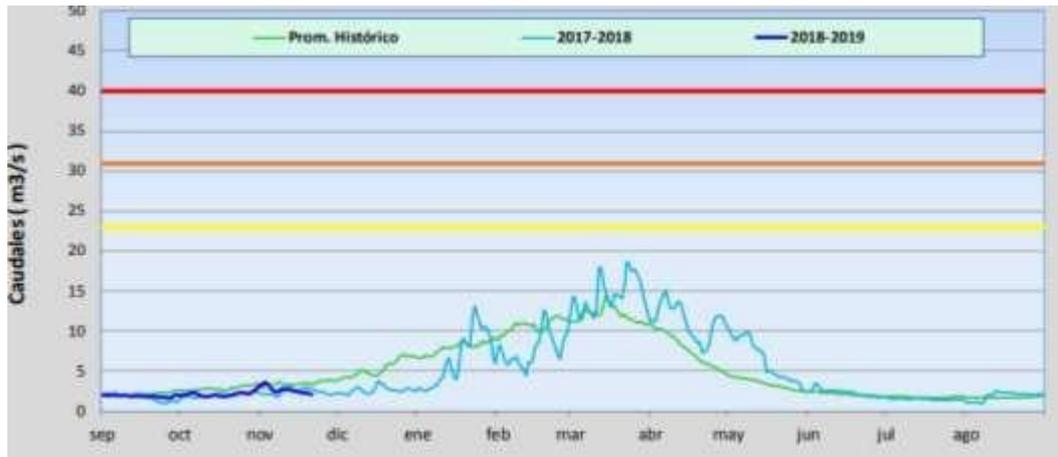


Figura 3-14: Registros de caudales característicos de caudales presentes en la zona de estudio. Fuente: SENAHMI.

En la Figura 3-14 se presenta el registro de caudales característico de la zona de estudio. Como se puede apreciar de este diagrama, el caudal máximo alcanzó valores máximos de casi 20 m<sup>3</sup>. Sin embargo, conviene tener en cuenta que en esta zona esta zona se ha registrado un caudal con máximo extraordinario de hasta 40 m<sup>3</sup> por segundo.

### 39 Determinación de las superficies de inundación

La zona estudiada está ubicada dentro de los márgenes de un cauce, usualmente inactivo, que en determinados momentos, usualmente cuando los niveles de precipitación son inusualmente altos, puede ocasionar un flujo de lodos.

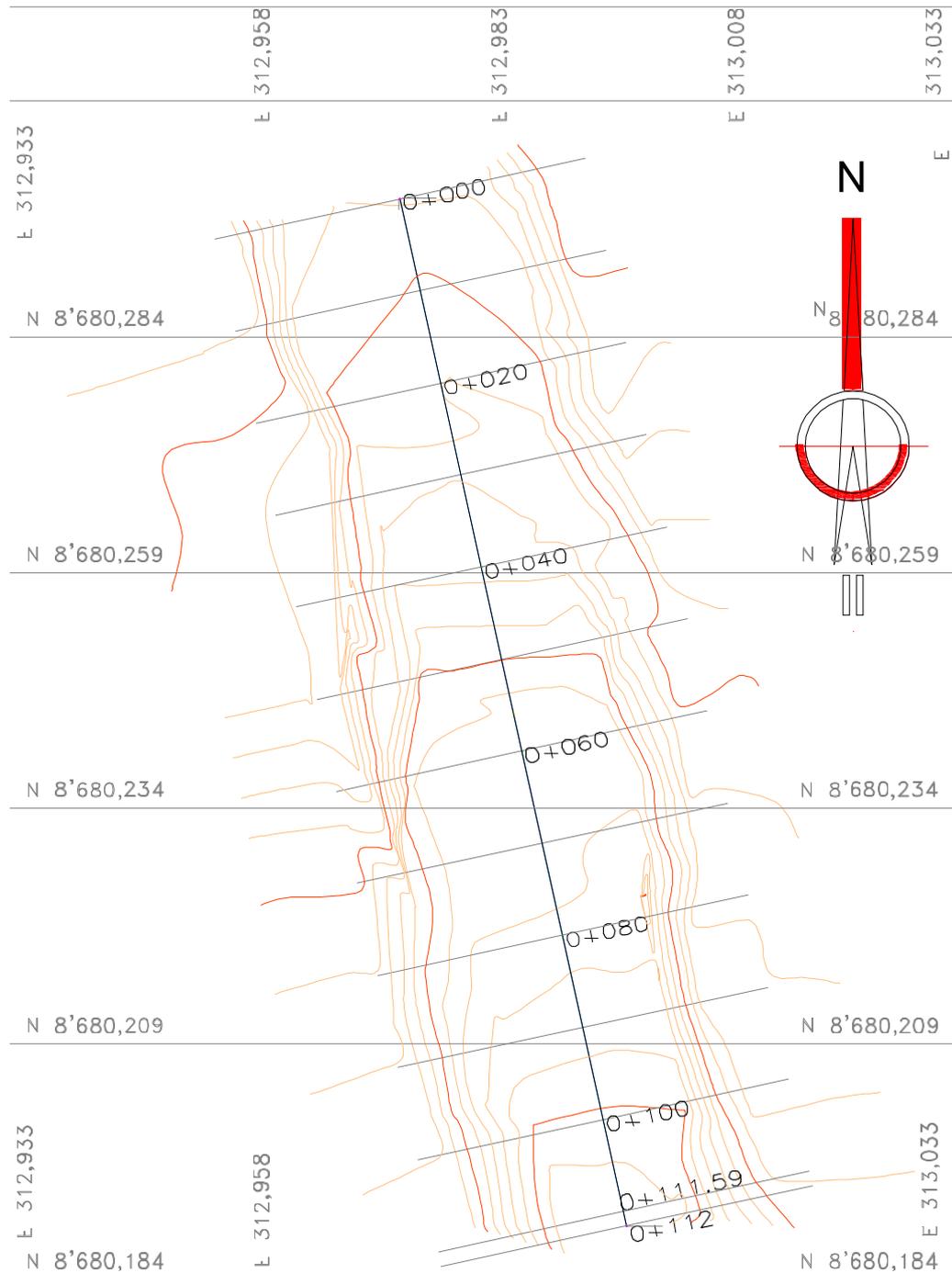


Figura 3-15: Determinación del terreno bajo estudio. Fuente: Elaboración propia.

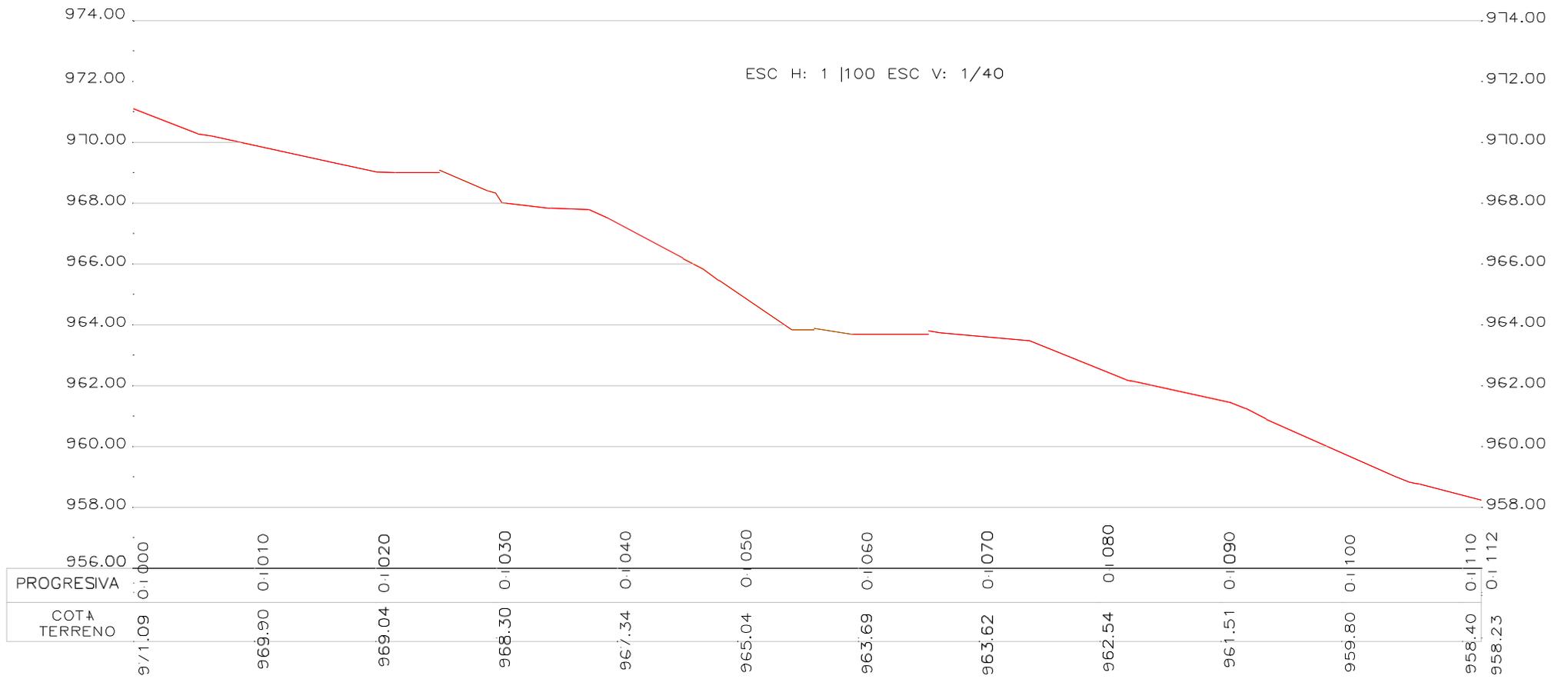
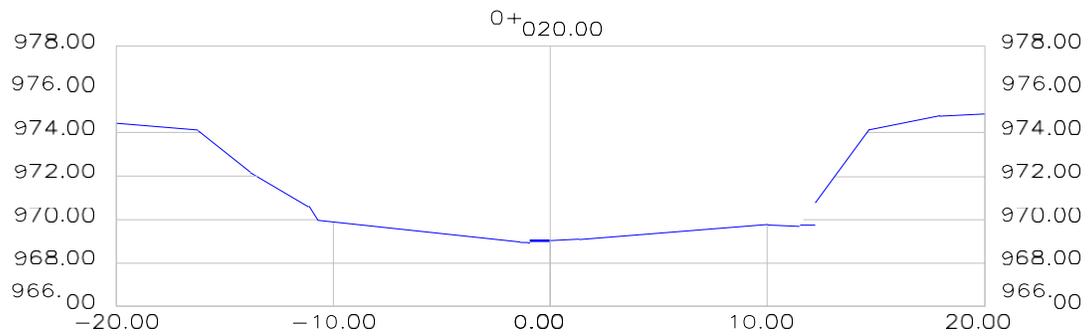
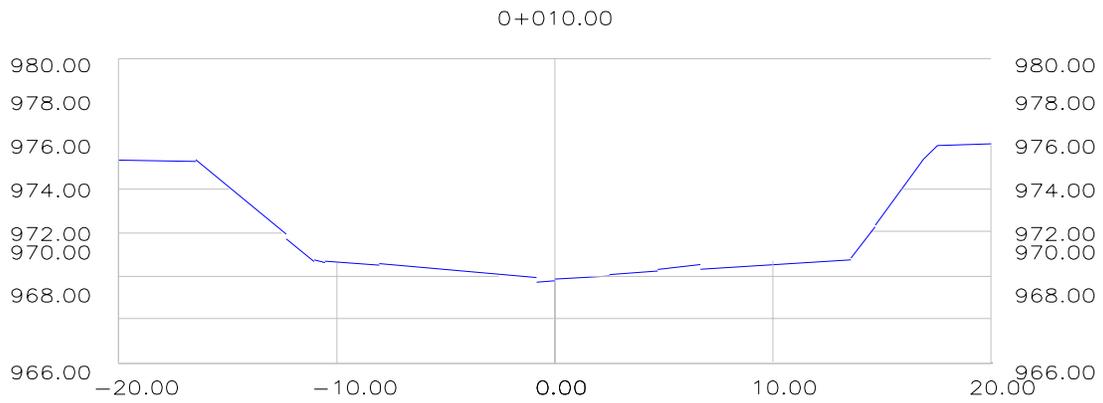
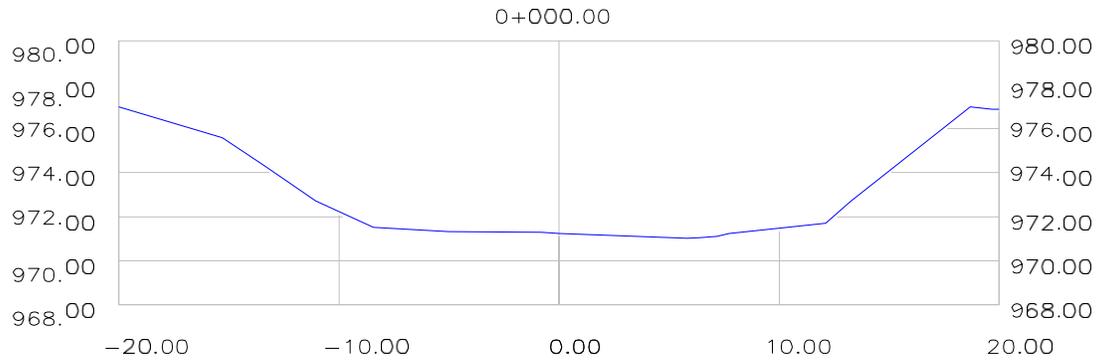


Figura 3-16: Perfil longitudinal del cauce analizado. Fuente: Elaboración propia.



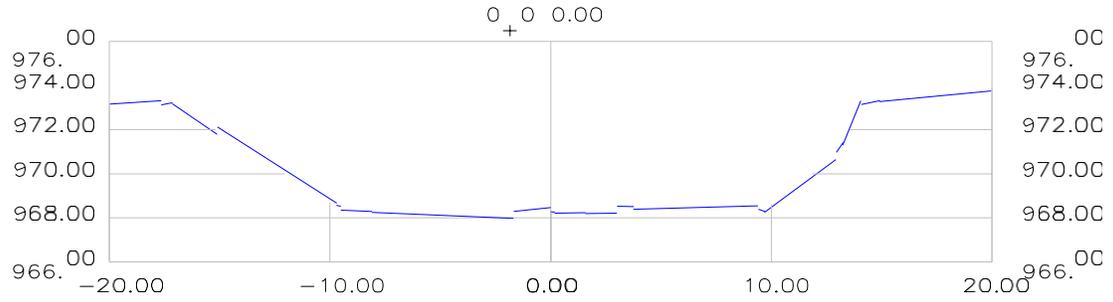
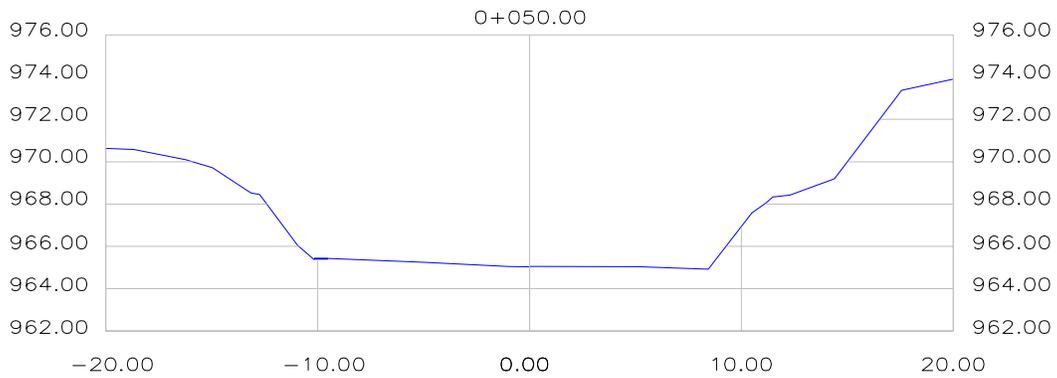
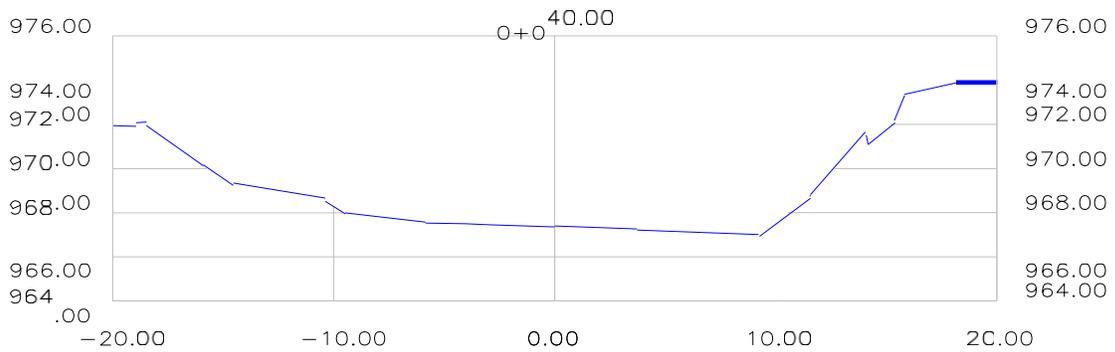


Figura 3-17: Secciones transversales obtenidas del cauce analizado, 0+0.0-0+30.0. Fuente: Elaboración propia.



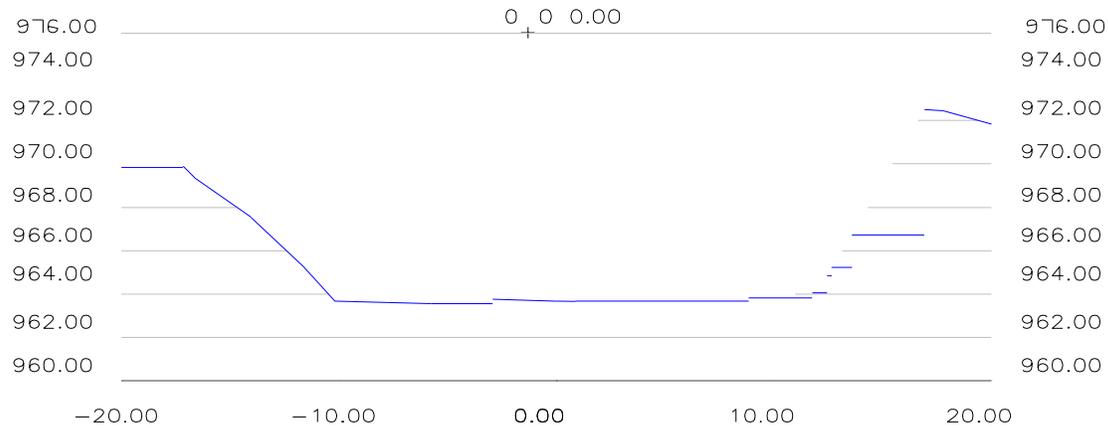


Figura 3-18: Secciones transversales típicas del cauce analizado, desde 0+40.0-0+60.0.

Fuente: Elaboración propia.

El flujo de lodos discurre por el cauce inactivo ocasionando inundaciones alrededor de este. Dependiendo de la magnitud del caudal es posible que este flujo salga del cauce afectando a viviendas, campos de cultivo, o infraestructura de toda índole. Por tanto, antes de plantear la colocación de muros de contención, lo primero que se debe hacer es un estudio de las zonas de inundación. Esto se hace a través de un modelamiento con un software especializado. El modelamiento con el software mencionado requiere de una serie de datos de ingreso. Tales datos son por ejemplo, la superficie de interés, las demandas de caudal impuestas y las propiedades de flujo de lodos.

En cuanto a la superficie de interés, en esta sección se provee al lector de los datos correspondientes a la superficie de interés. Se debe mencionar que para la obtención de la superficie se realizó un estudio topográfico de la zona de interés. Este se desarrolló mediante el uso de una estación total, cinta métrica un prisma y otros aparatos accesorios. Los puntos obtenidos del trabajo de campo fueron luego procesados mediante el uso del software civil

3D, este es un software especializado para el manejo de superficies topográficas, que nos permite automatizar las presentaciones de vistas en planta, cortes longitudinales, entre otros.

Las curvas de nivel de la superficie estudiada se muestran en la Figura 3-15. Como se puede apreciar de este gráfico, la zona de estudio se encuentra localizada en los alrededores de un cauce inactivo. Se debe comentar que alrededor de esta zona se ha desarrollado gran cantidad de actividad humana, por lo que resulta de interés saber que efectos podría tener un flujo de lodos cerca de esta zona.

Como información complementaria, en la Figura 3-16 se muestra el perfil longitudinal del cauce estudiado. De este gráfico se puede apreciar que la cota más alta de este lecho tuvo una altura de 971m, mientras que el punto más bajo de estudio tuvo una cota de 958m.

Además, de este mismo gráfico se puede observar la longitud total del recorrido realizado tuvo una longitud de 112m. Estos datos resultan de gran utilidad para el modelamiento, puesto que nos permite determinar la pendiente promedio del cauce. De acuerdo con esto, la pendiente sería la diferencia de cotas dividida entre la longitud total del tramo, obteniendo un valor de 11.6%.

Además de los datos presentados, el estudio realizado nos permitió encontrar las secciones transversales de cada estación de control, las que muestran en las Figura 3-17 y Figura 3-18. De estos gráficos se puede apreciar que en promedio el ancho del cauce fue de 20m, mientras que el ancho de estudio fue de 40m. Con estos datos es posible establecer que el área de estudio fue de 4480 m<sup>2</sup>

### 3.10 Modelamiento con HEC RAS

Con la finalidad de poder determinar las zonas de inundación, se ha optado por el modelamiento del problema en un software de ingeniería de reconocido prestigio, en este caso se eligió el software HEC-RAS. Este software fue desarrollado por el cuerpo de marines de los estados unidos como un programa de investigación en ingeniería hidráulica y ha sido usado ampliamente en la investigación en ingeniería hidráulica.

Con la finalidad de poder determinar las zonas de inundación existentes en las zonas de estudio se procedió al modelado de las superficies. Para esto lo primero que se debe hacer es definir el desarrollo de un nuevo proyecto hidráulico, tal como se muestra a continuación. Algunas de las ventajas adicionales de este software radican en el hecho de que el programa es capaz aceptar cualquier tipo de sección transversal, así como cualquier configuración perfil longitudinal, siempre que el sistema ingresado sea coherente con las condiciones físicas. Además el software es también capaz de modelar la presencia de obstáculos, tales como puentes, diques, compuertas entre otros tipos.

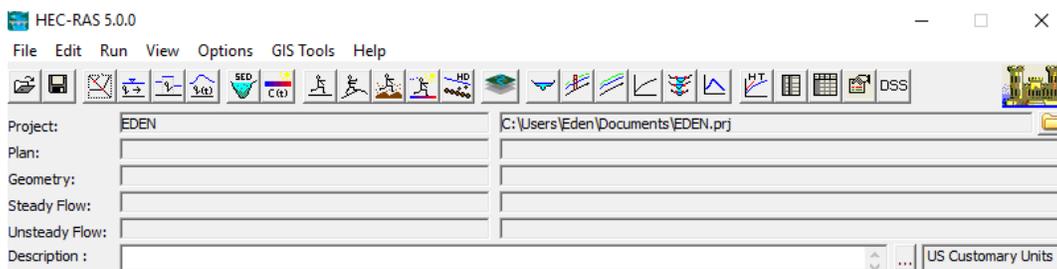


Figura 3-19: Interfaz gráfica y opciones de modelado usando HEC RAS. Fuente:

Elaboración propia.

El ingreso de la información requerida para el modelado se hace mediante una interfaz gráfica, como la mostrada en la Figura 3-20. Así mismo, las secciones transversales puede ser ingresadas por medio de un conjunto de coordenadas, tal como las mostradas en la Figura 3-21. Esta característica nos permite determinar cualquier tipo de sección como sección transversal.



Los caudales requeridos para el estudio se pueden ingresar de manera similar. Este punto es crucial, puesto lo que el programa hace, en el fondo, es realizar un balance entre la cantidad de volumen de un flujo específico y el cálculo del tirante. Los resultados se entregan en forma de tirante. Además, el software también capaz de brindarnos una superficie. En la Figura 3-22 se muestra un esquema tridimensional de la zona de inundación.

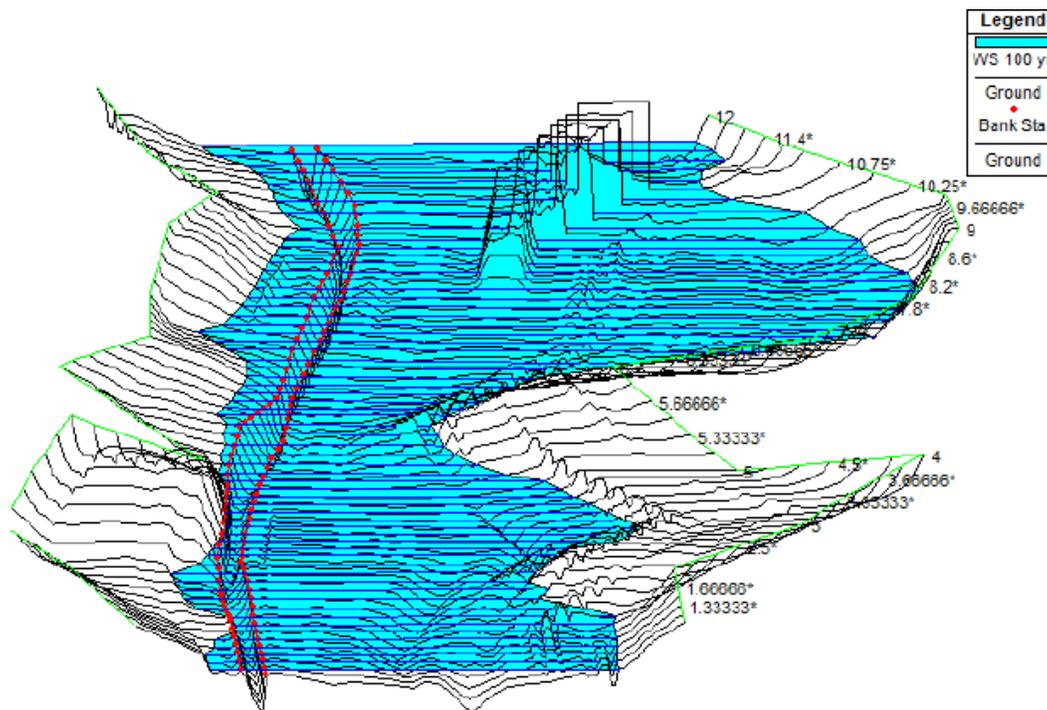


Figura 3-22: Cauce típico de la zona analizada y modelada usando HEC RAS. Fuente:  
Elaboración propia.

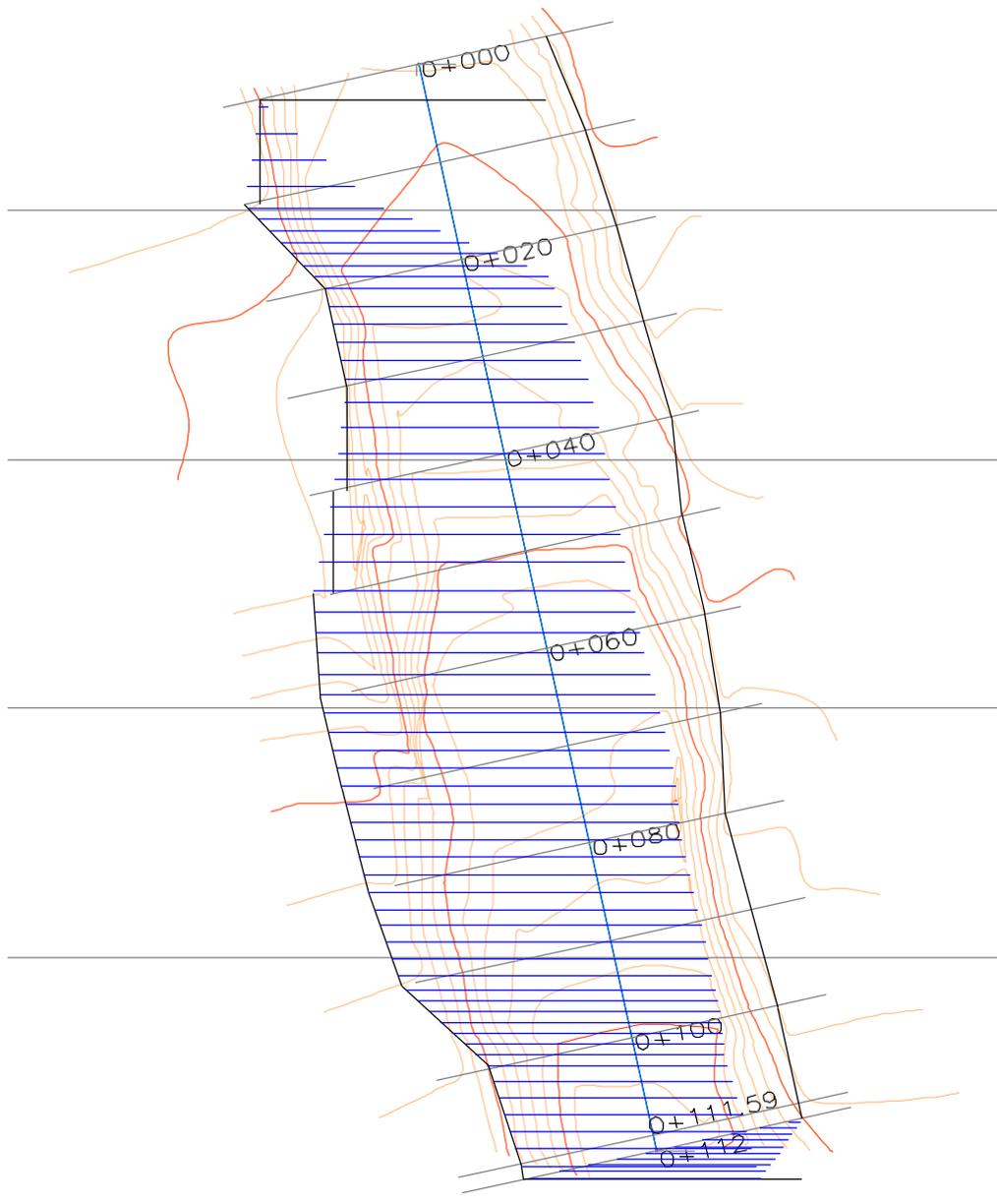
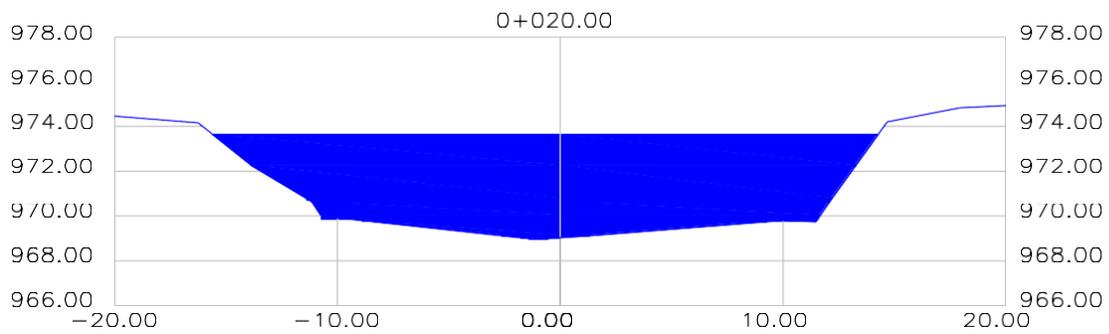
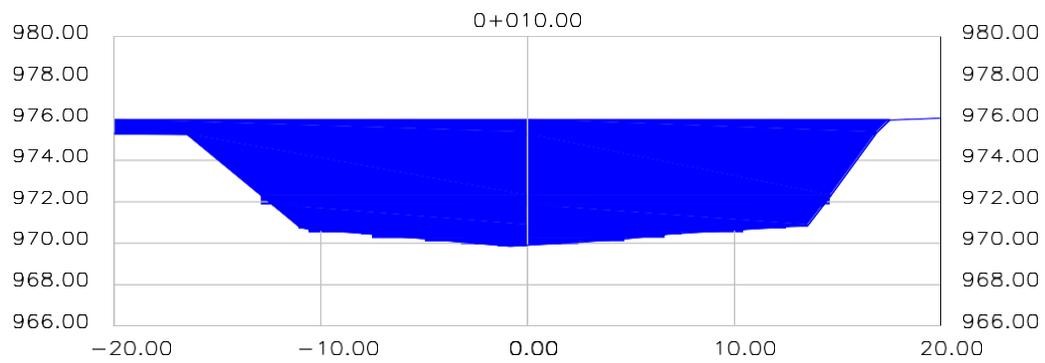
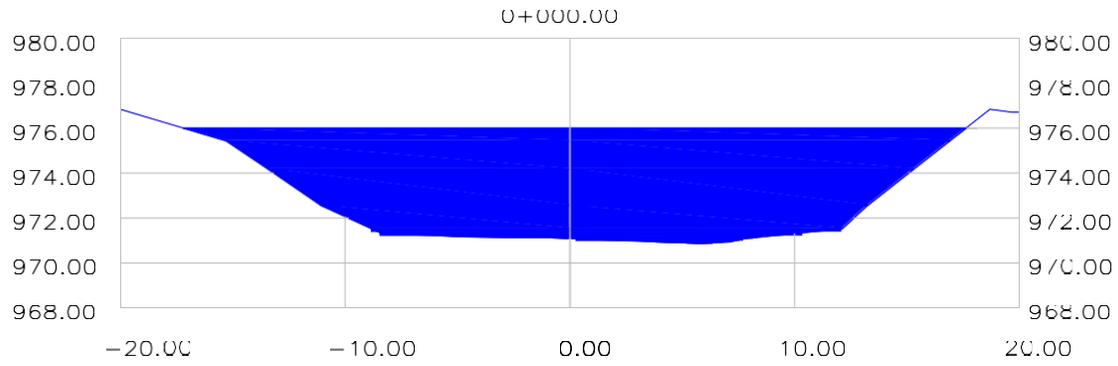


Figura 3-23: Zona de inundación debido a un flujo de lodos. Fuente: Elaboración propia.



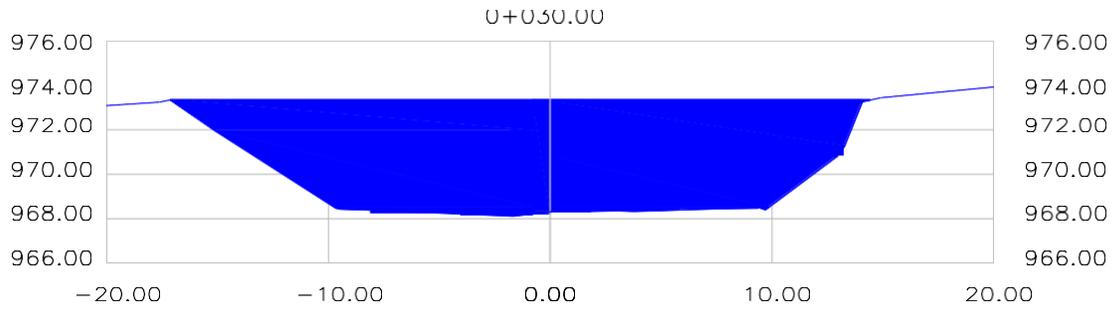
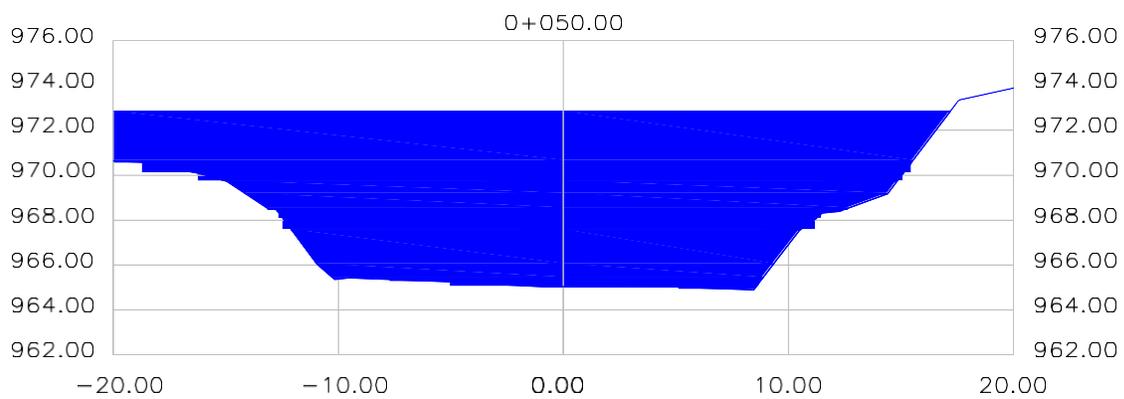
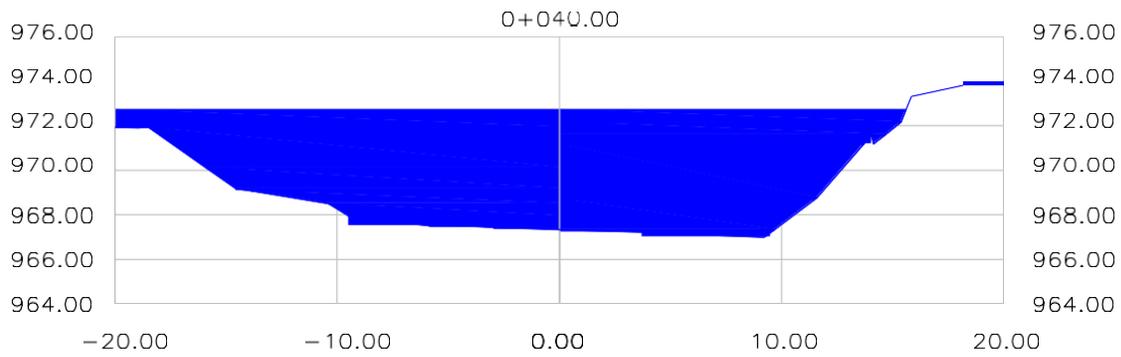


Figura 3-24: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+0-0+0.030. Fuente: Elaboración propia.



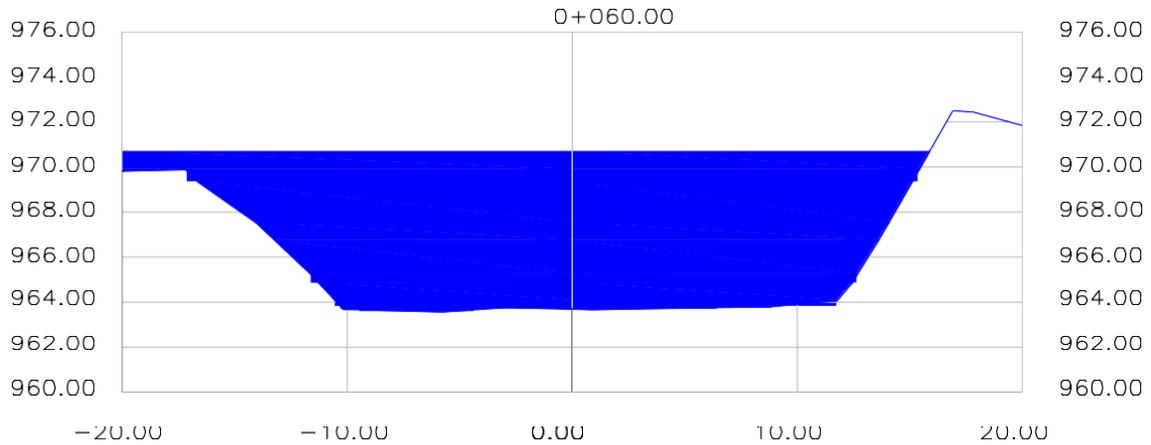
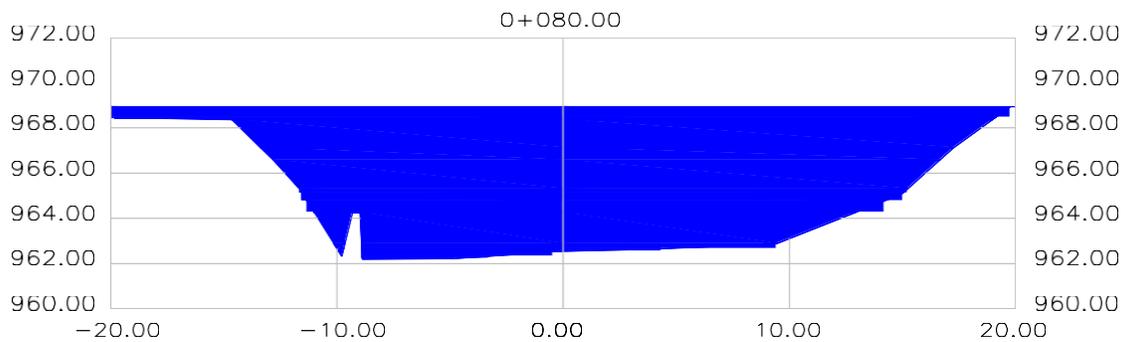
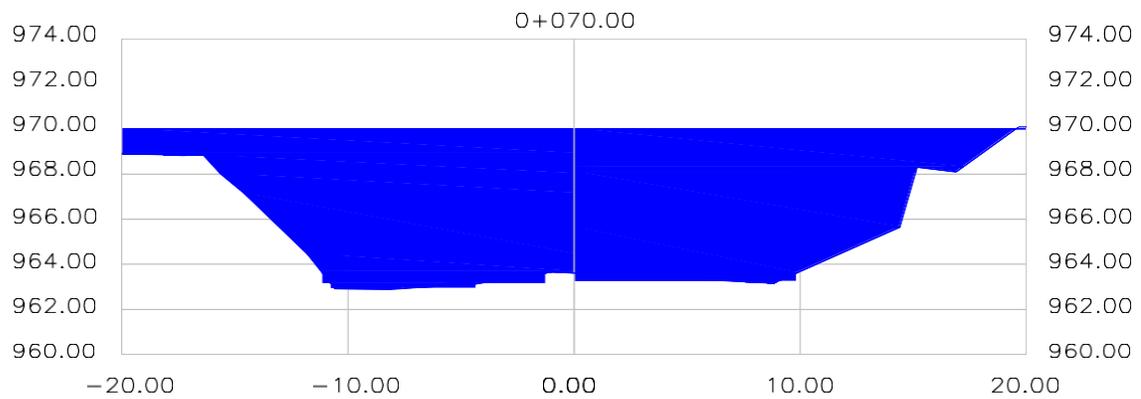


Figura 3-25: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+30-0+60.

Fuente: Elaboración propia.



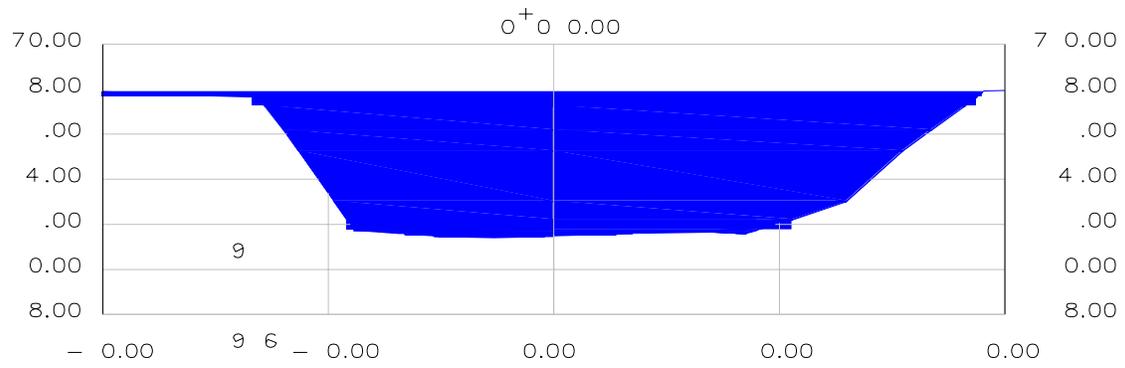
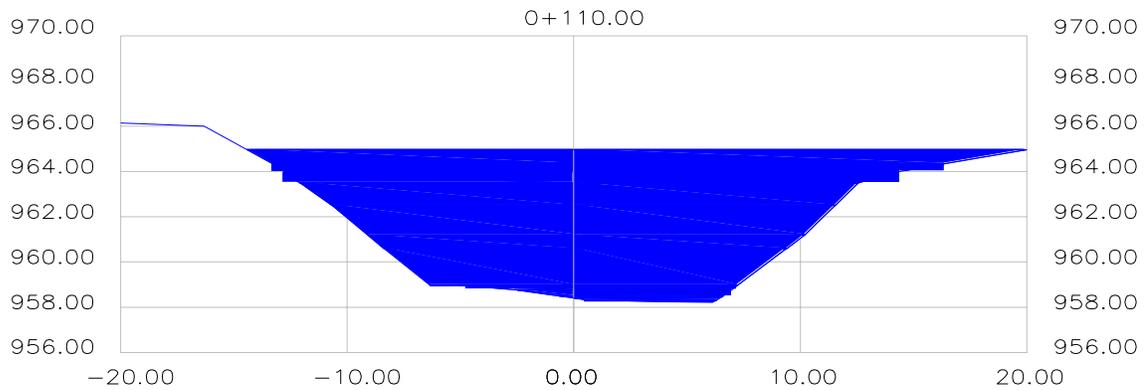
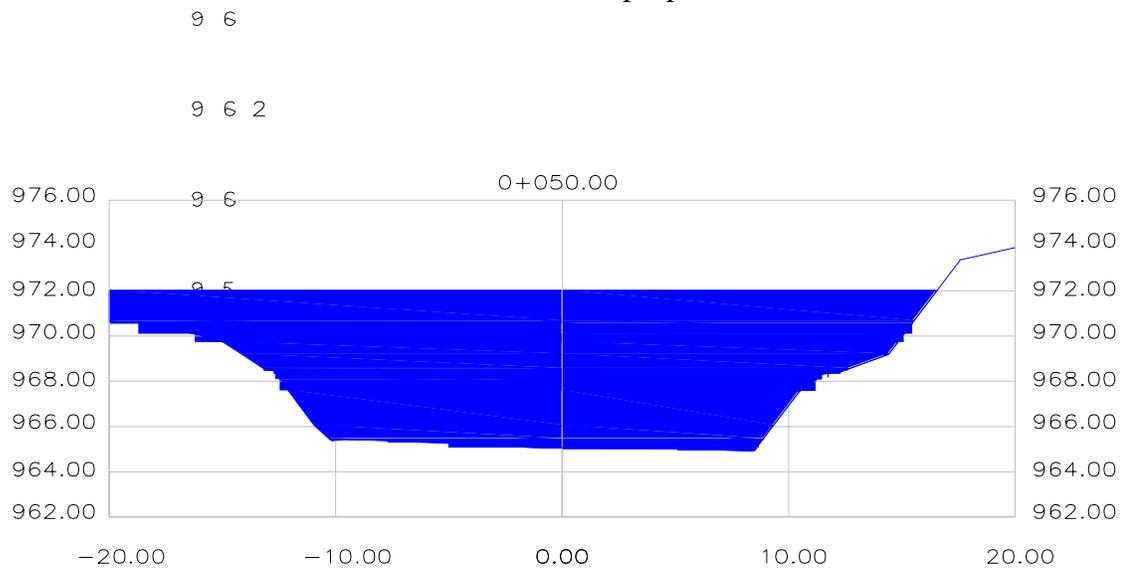


Figura 3-26: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+60-0+90.

Fuente: Elaboración propia.



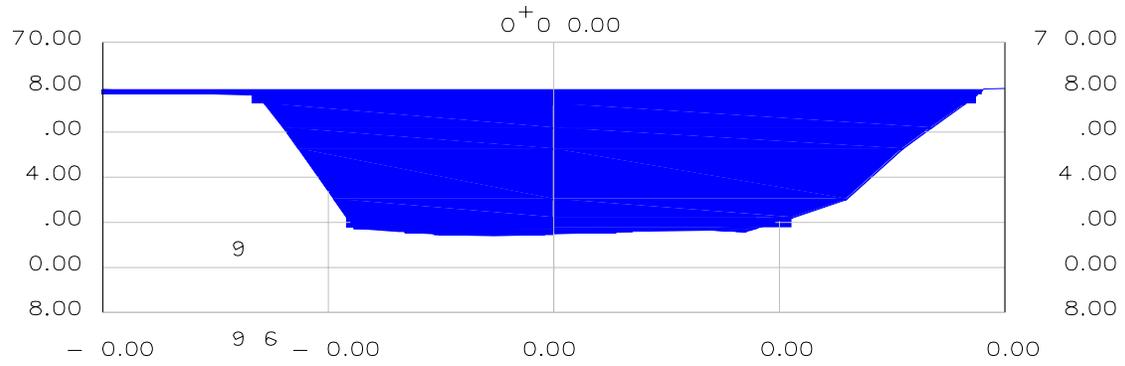


Figura 3-27: Tirantes asociados a la zona de inundación debido a flujo de lodos 0+90-0+21.59. Fuente: Elaboración propia.

9 6

9 6 2

### 3.11 Propuesta de colocación de muros de contención

Una vez determinadas las zonas de inundación es posible establecer el recorrido más eficiente de los muros de contención. Se debe tener en cuenta que el objetivo que guía el establecimiento de los muros de contención es evitar disminuir las áreas de inundación.

2

1



Figura 3-28: Demarcación de los muros de contención requeridos para la minimización de los efectos del flujo de lodos. Fuente: Elaboración propia.

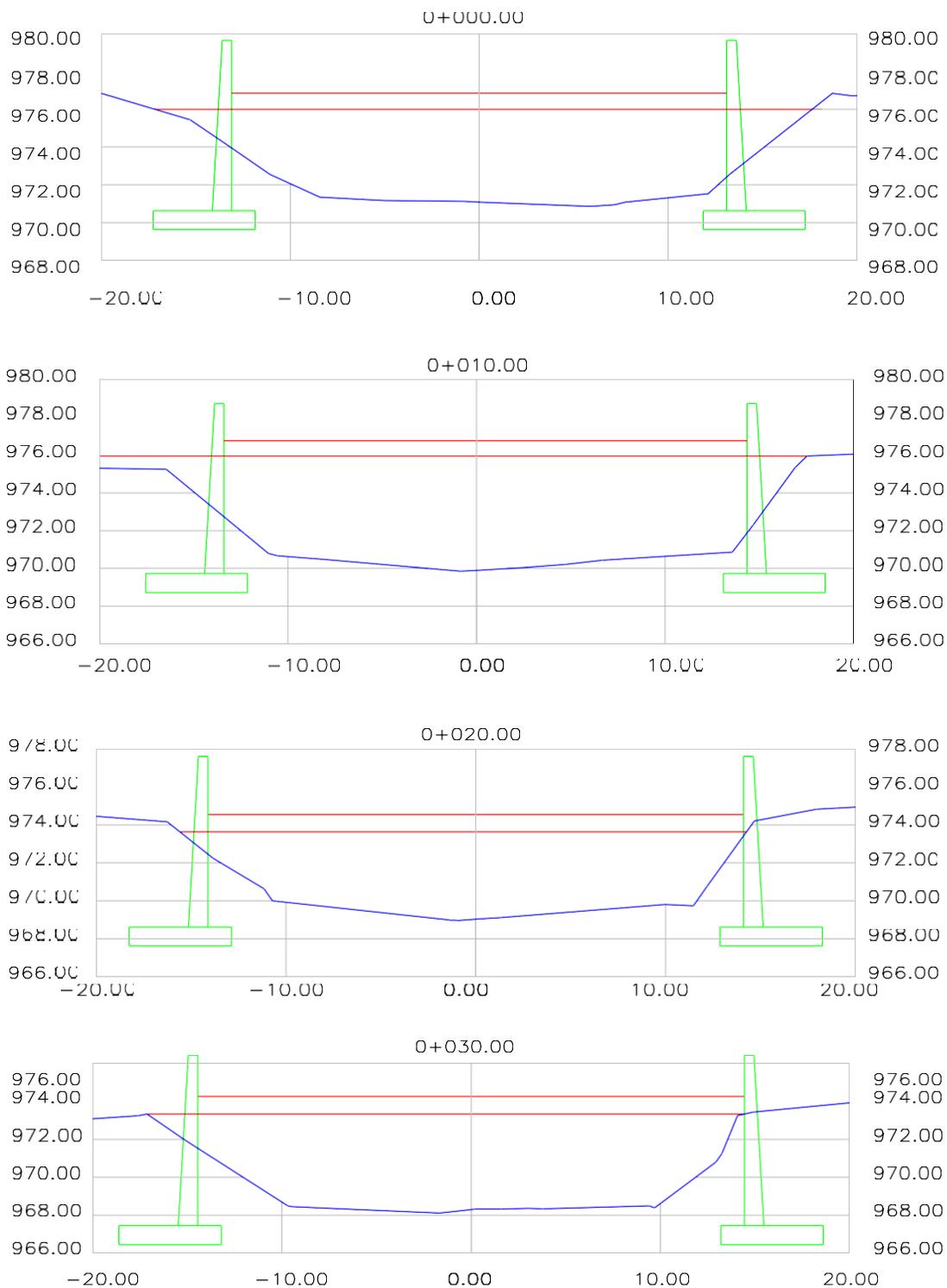


Figura 3-29: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los primeros 30 metros. Fuente: Elaboración propia.

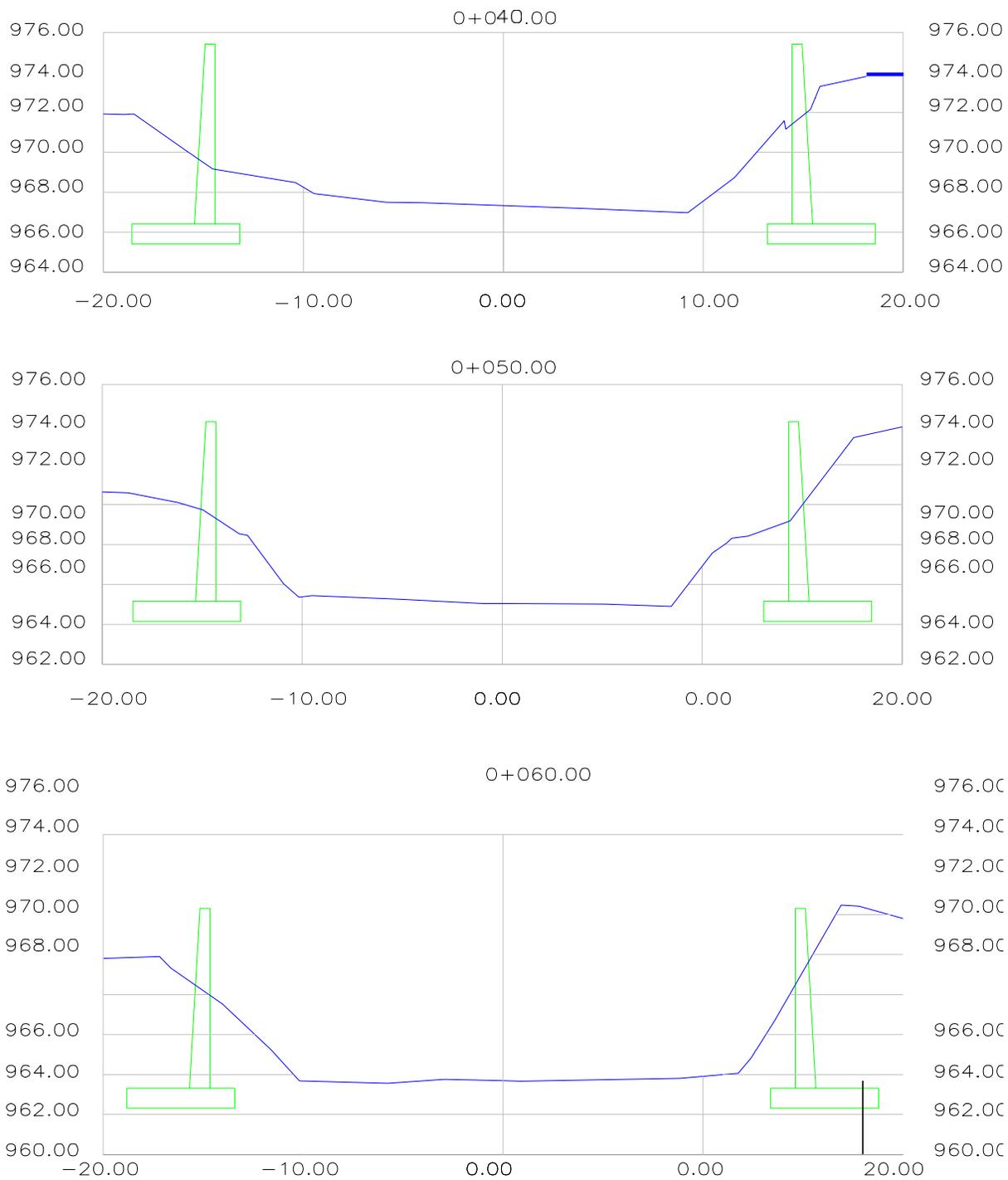


Figura 3-30: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los segundos 30 metros. Fuente: Elaboración propia.

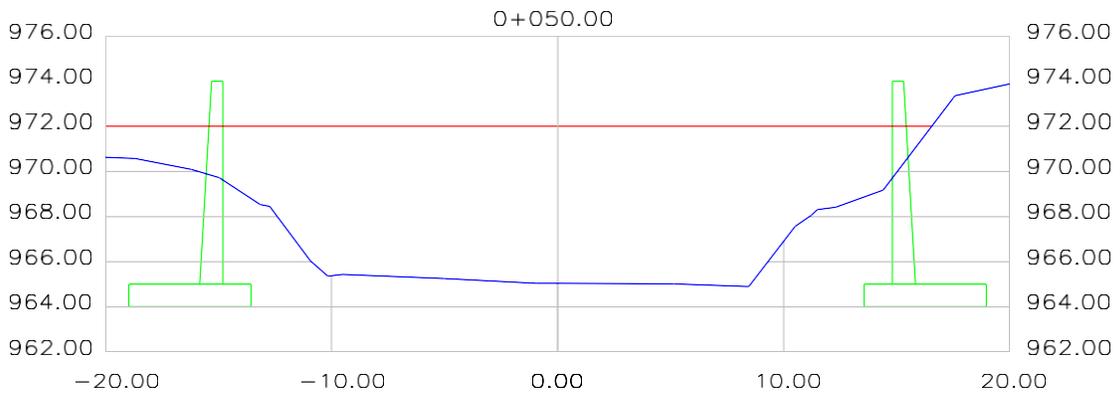
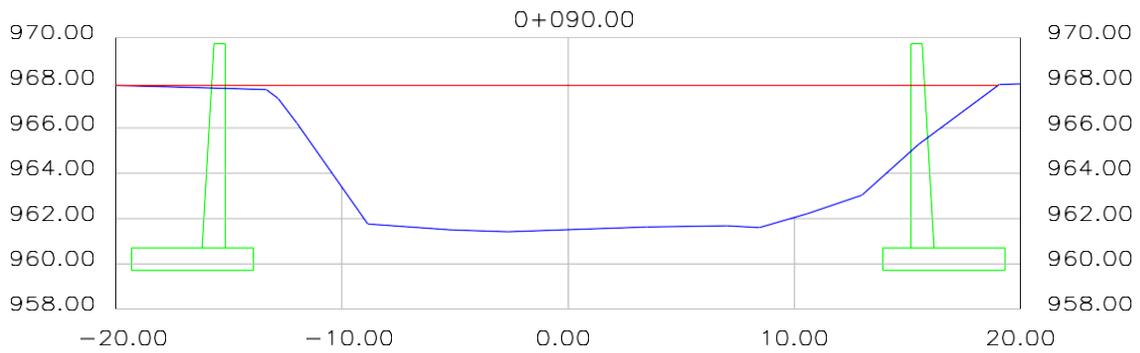
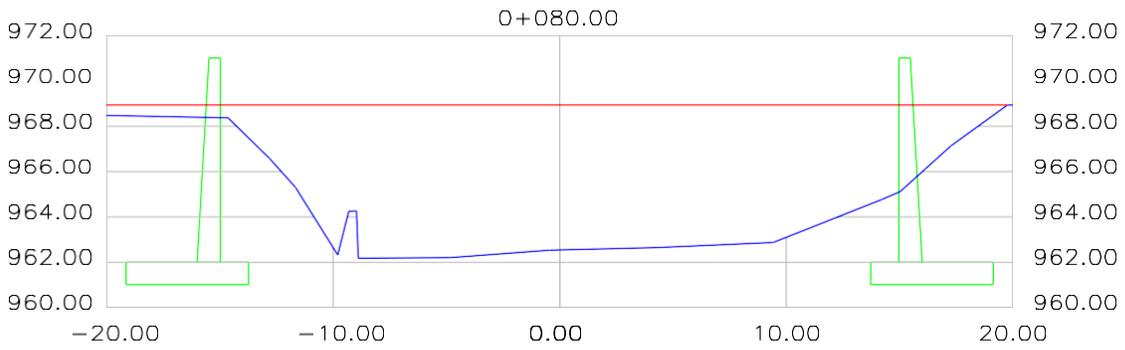
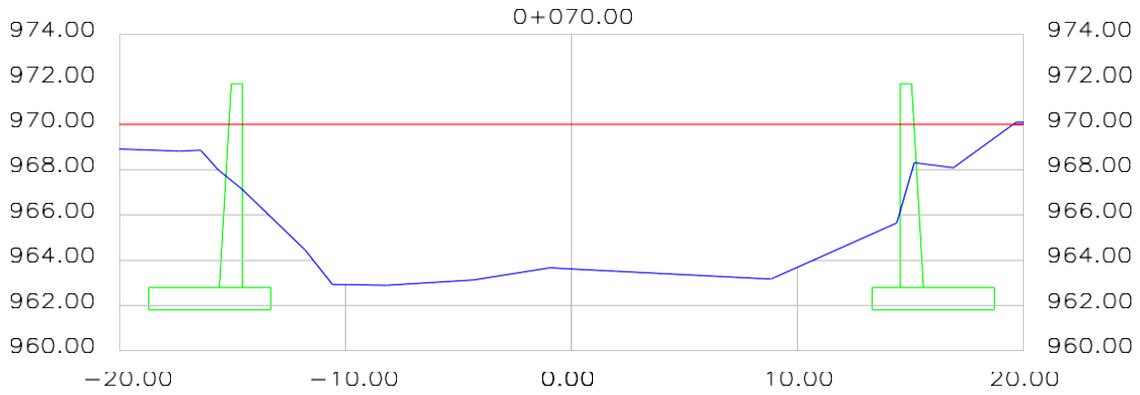


Figura 3-31: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los segundos 30 metros. Fuente: Elaboración propia.

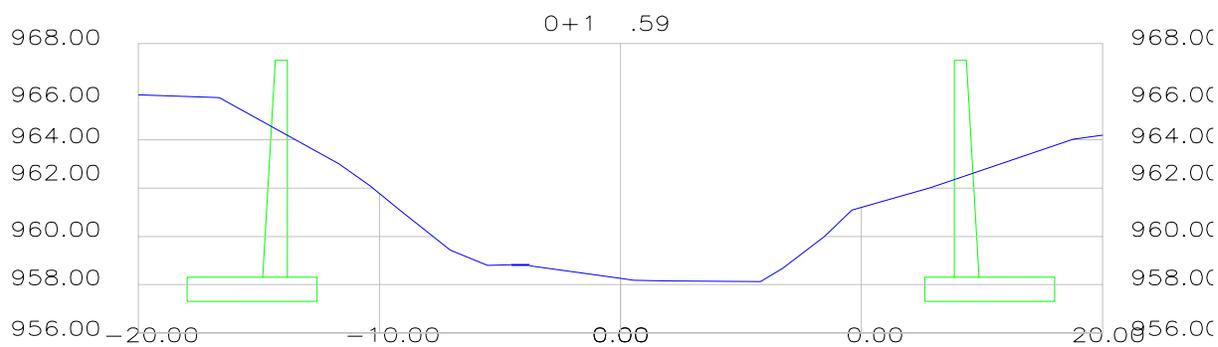
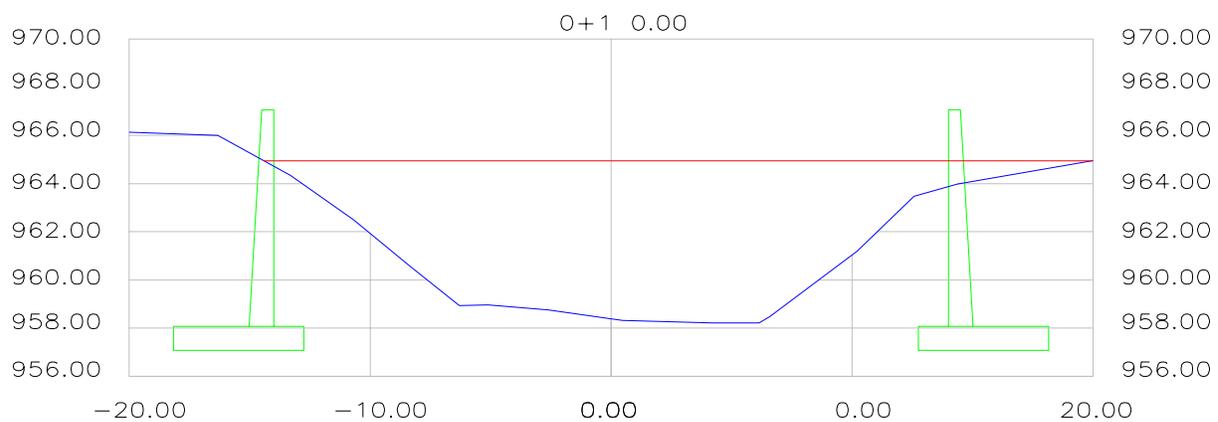


Figura 3-32: Posición de los muros de contención con respecto de las zonas de inundación en los segundos 30 metros. Fuente: Elaboración propia.

### 3.12 Diseño del muro de contención

Una vez que se ha establecido las zonas en las que serán colocados los muros de contención, se procedió al diseño estructural de estos elementos. Para esto se debe tener en cuenta que las presiones laterales vendrán dadas por la acción del flujo de lodos, en el caso de la ocurrencia de este fenómeno. Ya que como se explicó anteriormente, la idea es colocar los muros de contención en las zonas en las que estos permitan reducir al máximo el efecto del flujo de lodos sobre las personas, en primer lugar, y la propiedad privada, en segundo lugar.

#### 3.12.1 Predimensionamiento

Las dimensiones características del muro de contención dependerán las condiciones a las que se verán sometidas por lo que en este trabajo de investigación se han determinado las siguientes dimensiones.

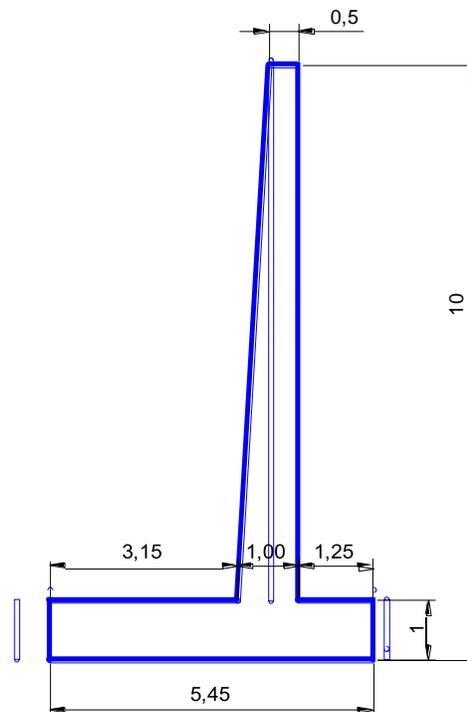


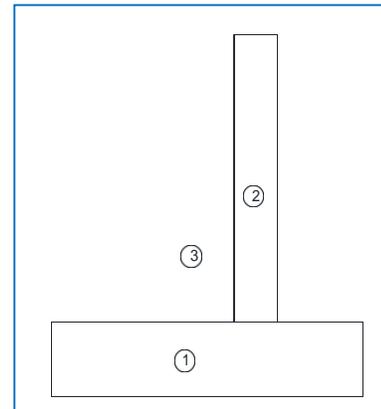
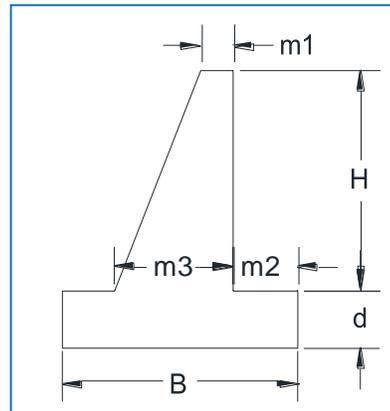
Figura 3-33: Dimensiones requeridas para la sección transversal del muro de contención.

Fuente: Elaboración propia.

**DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO**

**DATOS**

m1    **0.50**  
 m2    **1.25**  
 m3    **1.00**  
 d      **1.00**  
 B      **5.45**  
 H      **9.00**  
 ø      **####**



	A	y	W	X	WX
1.00	5.45	<b>2.40</b>	13.08	2.73	35.64
2.00	####	<b>2.40</b>	27.00	3.95	106.65
3.00	2.25	<b>2.40</b>	5.40	3.53	19.08
4.00	####	<b>1.80</b>	51.84	1.85	95.90
5.00	2.25	<b>1.80</b>	4.05	0.17	0.67

Ka = 0.26 Coef. Empuje Pasivo  
 f = 0.60 Coef. De Friccion

Factor de seguridad contra el deslizamiento

$$\text{F.S.D.} = \frac{60.82}{23.71} = 2.56 \quad \text{OK}$$

Factor de seguridad contra el volteo

$$\text{F.S.V.} = \frac{257.95}{78.97} = 3.27 \quad \text{OK}$$

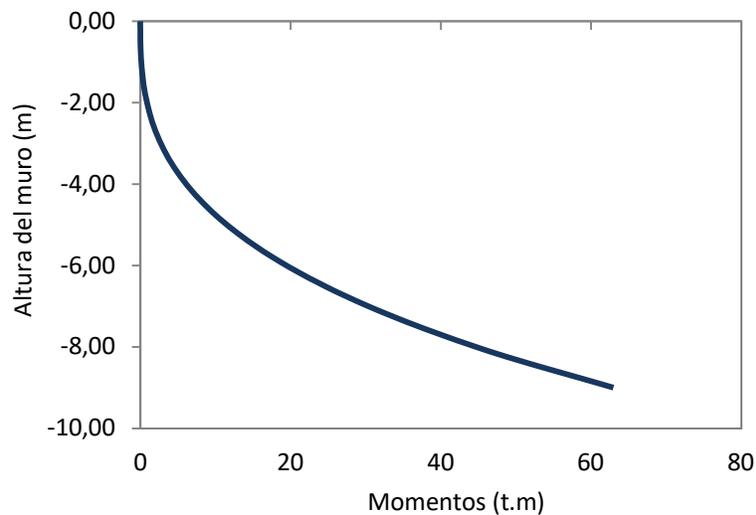


Figura 3-34: Diagramas de momentos flectores actuantes sobre el muro. Fuente:  
Elaboracion propia.

### MATERIALES

$f_c$	210	Kg/cm <sup>2</sup>	Concreto
$f_y$	4200	Kg/cm <sup>2</sup>	Acero Grado 60

### DISEÑO DEL REFUERZO EN EL TRASDOS

H	V	M	V <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	As min	As	Adis	N			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	0.00	9.00	1.00	1/2"	@	14.07
0.68	0.16	0.05	0.28	0.08	9.90	0.04	9.90	1.00	1/2"	@	12.80
1.35	0.50	0.26	0.85	0.44	10.80	0.22	10.80	1.00	1/2"	@	11.73
2.03	1.01	0.76	1.72	1.30	11.70	0.58	11.70	1.00	1/2"	@	10.83
2.70	1.70	1.67	2.89	2.84	12.60	1.18	12.60	1.00	1/2"	@	10.05
3.38	2.56	3.10	4.35	5.27	13.50	2.03	13.50	2.00	1/2"	@	18.77
4.05	3.59	5.16	6.11	8.78	14.40	3.15	14.40	2.00	1/2"	@	17.59
4.73	4.80	7.99	8.16	13.57	15.30	4.58	15.30	2.00	1/2"	@	16.56
5.40	6.18	11.68	10.50	19.85	16.20	6.31	16.20	2.00	1/2"	@	15.64
6.08	7.73	16.36	13.14	27.82	17.10	8.36	17.10	2.00	3/8"	@	8.33
6.75	9.46	22.15	16.08	37.66	18.00	10.74	18.00	2.00	3/8"	@	7.92

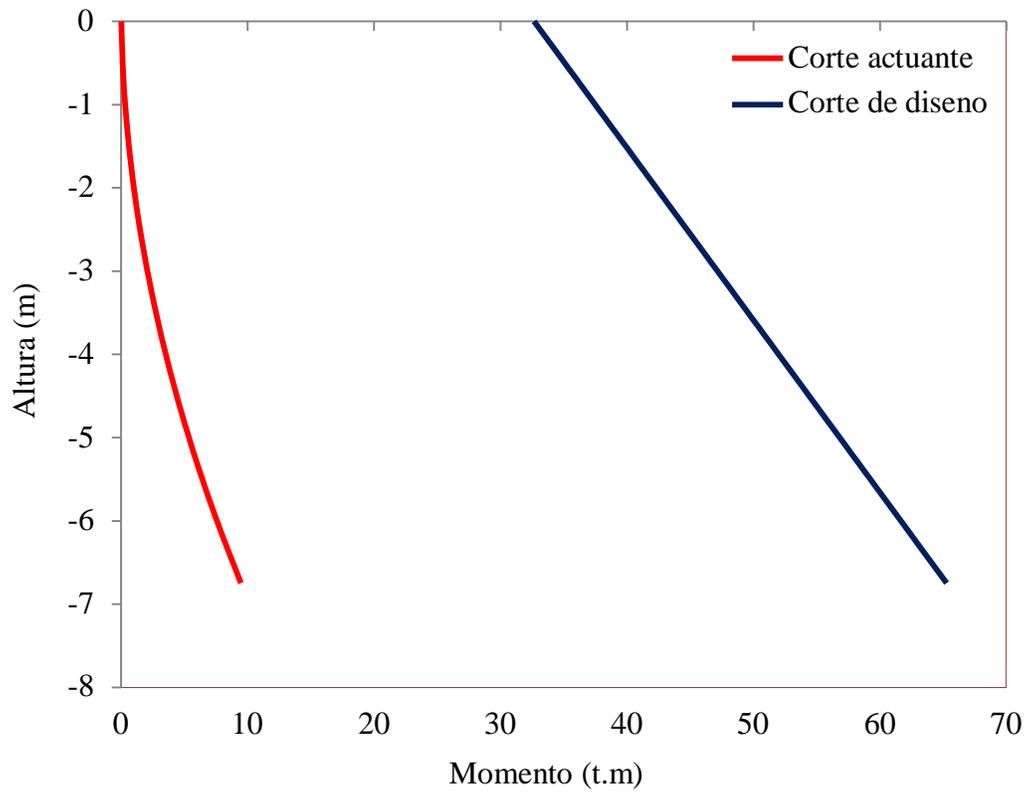


Figura 3-35: Comparación de las fuerzas cortantes actuantes y resistentes. Fuente:  
Elaboración propia.

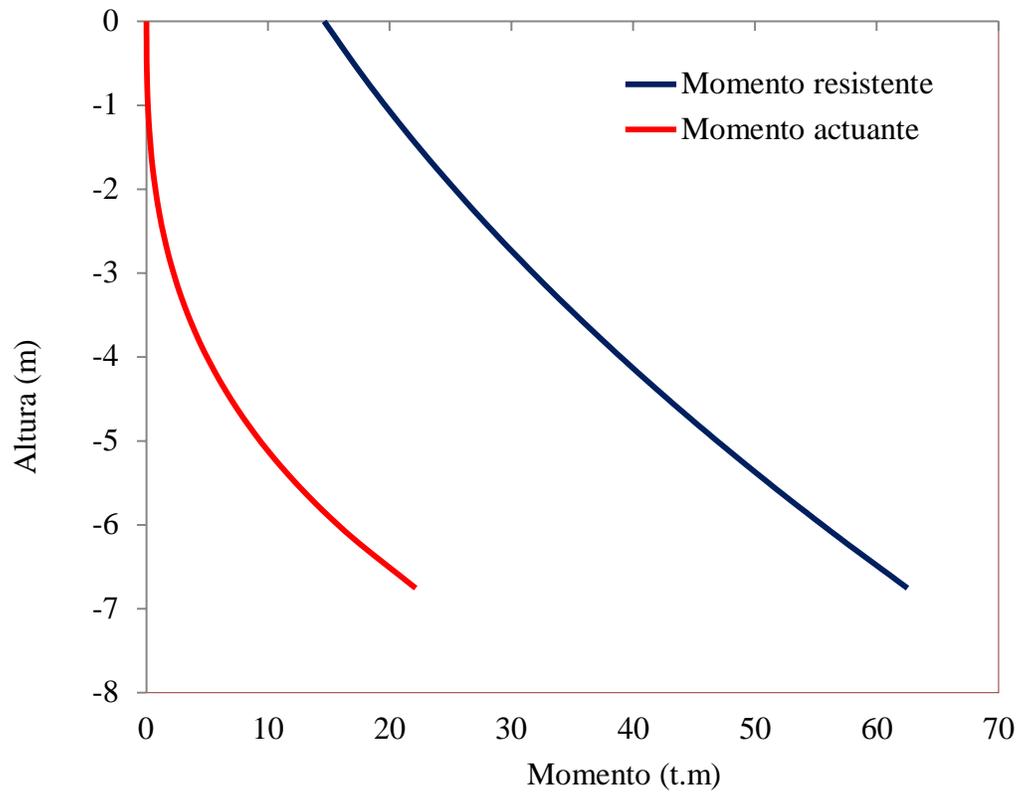


Figura 3-36: Comparación de los momentos actuantes y resistentes. Fuente: Elaboración propia.

## **IV. DISCUSIÓN**

El trabajo de investigación desarrollado en esta tesis se basó, en primera instancia, en la búsqueda de información relativa al flujo de lodos ocurridos en la zona de interés y sus efectos en la vida y la propiedad privada de las sociedades instauradas en esta zona. De estas investigaciones, se ha dado cuenta que en general la zona analizada ha tenido en el pasado una serie de eventos asociados al flujo de lodos, lo que ha dado como consecuencia efectos negativos como la destrucción de viviendas, destrucción de infraestructura educativa, pérdidas, daños a la salud de las personas entre otras.

Estos hechos pueden ser evidenciados a partir del estudio topográfico realizado en la zona de interés, ya que a partir de los mapas generados y presentados en el capítulo anterior, se pueden apreciar cauces, en la actualidad inactivos, que pueden ser reactivados con facilidad durante un periodo de lluvias constantes. De hecho, es efectivamente a raíz de las continuas precipitaciones ocurridas en esta zona que en el año 2017, cuando ocurrió un flujo de lodos en este cauce. Conviene recordar en este momento que el año 2017 fue uno de los momentos más álgidos para el Perú, en especial en términos ambientales, pues fue precisamente este año en el que el Perú estuvo sometido a la acción de fuertes lluvias, producto del fenómeno del niño.

El fenómeno del niño es uno de los eventos que más relevancia tiene para el Perú puesto entre sus principales efectos están las grandes precipitaciones inducidas, las que en general tienen efectos negativos en las estructuras construidas. Es importante aclarar que los grandes niveles de precipitación provocan inundaciones, debidas a la gran escorrentía superficial que estas inducen. Si tal flujo de agua está correctamente encausado, en general no tiene efectos negativos sobre la población ni sobre alguna otra estructura particular.

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar de manera racional la mejor posición para la colocación de una serie de barreras que ayuden a mitigar los efectos del flujo de lodos en la zona de interés.

Para lograr esto, en la sección anterior se modeló el cauce natural usando el software de análisis hidráulico llamado HEC-RAS. Este software es capaz de modelar el flujo de algún tipo de fluido sobre superficies complejas, incluidos los cauces naturales. Esto último es posible siempre que se disponga de la información requerida para la generación de la superficie mencionada.

Además de las características de la superficie, requerida para el modelamiento, el HEC RAS requiere de datos sobre la precipitación o un análisis de escorrentía superficial que nos permita determinar los niveles de agua presentes en determinados momentos del análisis. Entonces es a partir de estos datos, superficie y cantidad de agua presente que el software permite la determinación de los niveles de agua o tirantes de la superficie de escurrimiento y es con base en estas propiedades que se puede determinar qué zonas serán afectadas por la inundación de los cauces.

El proceso de análisis establecido por el software elegido da inicio considerando los niveles de agua presentes en la zona de trabajo, y en función del cauce natural, se calculan las pendientes naturales por tramos. Conviene aclarar que con la finalidad de establecer cálculos racionales y lógicos, un tramo específico es dividido o discretizando en numerosos tramos, de tal forma que el equilibrio pueda ser establecido en cada tramo.

El primer paso requerido es el cálculo de la velocidad de la escorrentía, establecida principalmente en función de su pendiente. Como segundo paso se establece un equilibrio entre el caudal y el área requerida de la sección transversal, para que ese valor se cumpla. Finalmente y partir de una serie de iteraciones, el software establece los tirantes presentes en cada sección de análisis.

Los resultados obtenidos de este proceso de análisis nos muestran que existen zonas en las que el flujo de lodos terminará saliéndose del cauce establecido, por lo que se puede afirmar que en determinado momento habrán zonas ocupadas que se verán afectadas por el flujo de lodos. Estos resultados resultan además importantes en el sentido de que nos permite establecer un área específica de afectación, por lo que con base en esta información es posible la colocación espacial de muros o sistemas de contención.

Como se mencionó, se usaron los resultados obtenidos del modelamiento para determinar las zonas que se verán afectadas y con base en esto determinar las zonas que deberían ser intervenidas para mitigar los efectos del flujo de los lodos. La propuesta consideró encauzar la zona de inundación dentro cierto límite, como se muestra en la Figura 3-28.

Además de la ubicación, se determinó que la mejor opción para la colocación de las estructuras de contención debieron ser muros de concreto armado. Los muros de contención de concreto armado son estructuras muy usadas para la contención de empujes laterales, usualmente tierra, sin embargo, en esta aplicación, estas estructuras tendrán la función de sostener esencialmente la presión lateral de los lodos.

Es importante mencionar que el uso de muros de contención de concreto armado es sugerido por numerosos autores especialistas en obras de contención y estabilización, tales como Rojas (2009), quien en su trabajo de tesis presentó una serie de argumentos en favor del uso de estas estructuras para estabilizar y contener presiones laterales.

Con la finalidad de garantizar, tanto la estabilidad como la resistencia de esta estructura, se procedió al diseño de la armadura de refuerzo de este elemento, así como la verificación de la estabilidad lateral, al deslizamiento y al volteo, tal como sugieren autores como López (2017) y Bernuy et. al (2015).

Los resultados encontrados nos muestran que la estructura analizada cumple con ciertos parámetros mínimos, especialmente la estabilidad. Estos resultados son comparables con los obtenidos por Paucar y Pari (2014), quienes mostraron que uno de los requisitos más importantes para el diseño de muros de concreto armado es la estabilización. A esto también se suma el hecho de que en determinadas circunstancias es la resistencia mecánica del elemento el parámetro que juega un papel esencial.

Finalmente, se ha podido apreciar que la propuesta de contención, usando muros de concreto armado, ha logrado minimizar los efectos del flujo de lodos en la zona analizada, por lo que se puede afirmar que la instalación de este tipo de estructura permitirá reducir la probabilidad de daños en las personas y en la propiedad privada de la zona estudiada.

## **V. CONCLUSIONES**

1. El estudio topográfico, realizado con una estación total, nos permitió definir las superficies de la zona de interés. A partir de este trabajo se concluye que las zonas de estudio están muy cerca de un cauce inactivo, por lo que es una zona con un elevado riesgo de tránsito de lodos. Además, del mismo estudio se concluye que existen viviendas muy cercanas a las zonas de inundación, en caso de un flujo de lodos.
2. Los muros de contención de concreto armado proyectados permitieron contener los efectos del flujo de lodos en la zona estudiada, por lo que se concluye que tanto su concepción como su diseño han resultado benéficos para la zona de estudio. En este punto resulta importante aclarar que en este trabajo de investigación se optó por el uso de muros de contención en voladizo y reforzadas ya que debido al gran tirante del flujo de lodos, se requería de un muro con altura considerable.
3. La aplicación racional de los muros de contención permitió encausar las zonas de inundación estimadas en un análisis previo. Esto se logró dimensionando los muros de contención en altura en función del tirante máximo obtenido del modelamiento del flujo usando HEC RAS. Por tanto se concluye que en el caso de ocurrencia del caudal considerado el flujo de lodos no podrá extenderse hacia las zonas habitadas, disminuyendo esto la posibilidad de daño a la vida y la propiedad privada.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda el uso del programa HEC RAS para el análisis del movimiento de flujos, esto debido a que es una herramienta muy poderosa para el cálculo de zonas de inundación y que es un software de uso libre.
2. Debido a que existen muy pocos estudios sobre los caudales existentes en la zona de estudio, se recomienda recurrir a datos existentes en zonas próximas o en zonas con características similares, de esta forma se podrá tener una estimación razonable de los caudales a esperar en la zona.
3. Se recomienda el estudio de zonas de inundación antes de proponer la colocación de muros de contención de cualquier tipo, puesto que de no considerarse esta variable se corre el riesgo de colocar estructuras en lugares inapropiados y que sus efectos sobre el flujo de lodos sean insignificantes o ninguno.
4. Se recomienda colocar los muros de contención de manera consecutiva en el tramo analizado, esto ya que la principal función es la contención del flujo de lodos y así evitar daños personales.
5. El estudio de las superficies de topográficas deberá realizarse en función de los objetivos de estudio. Pero si se va a estudiar el efecto de algún flujo en asentamientos humanos específicos, es importante que se disponga de toda esa información para poder evaluar de manera exacta el efecto del flujo en estos asentamientos.

## **REFERENCIAS**

Bernuy, R. y Bueno, A. (2015). Estabilización de ladera con muros de contención y estudio de impacto ambiental para la protección de viviendas en el barrio de San Isidro del distrito de San Marcos – Huari, Ancash. Tesis de título profesional de Ingeniero Civil. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.

Carhuayal, R. (1992). *Estudio del método de corrección de drenaje para evitar los huaycos y su aplicación en la quebrada Pedregal-Chosica*. Tesis para título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

Recuperado de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2060>

Escobar, C. y Duque, G. (2016). Geotecnia para el trópico andino. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/53560/>

Fernández, C., Hernández, R. y Baptista, P. (2010) Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill, México, D.F.

Fratelli, M. (1993). Suelos, Fundaciones y Muros. Caracas: Bonalde Editores.

Gonzales, R. y Salazar, F. (2008). Aspectos básicos del estudio de muestra y población para la elaboración de los proyectos de investigación. Trabajo de Curso Especial de Grado, Universidad del Oriente., Bolivia. Recuperado de:

<http://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/Raisirys-Gonz%C3%A1lez.pdf>

Gorjas, J., Cardiel, N. y Zamorano, J. (2011). Estadística Básica. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de:

[http://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro\\_GCZ2009.pdf](http://webs.ucm.es/info/Astrof/users/jaz/ESTADISTICA/libro_GCZ2009.pdf)

Hurtado, E. (2011). “Implementación de una herramienta de diseño de muros armados normales, con anclajes, con pilotes de hormigón ciclópeo para el laboratorio virtual de

ingeniería geotécnica (LVIG)” Tesis para título de Ingeniero Civil. Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.

López (2017). Evaluación del Muro de Contención en la avenida Arequipa, pueblo joven La Primavera, Chimbote 2017 – Propuesta de Mejora se planteó como objetivo evaluar el estado actual del muro de contención en la avenida Arequipa del pueblo joven La Primavera, Chimbote – 2017. Tesis para título profesional de Ingeniero Civil. Nuevo Chimbote, Perú: Universidad César Vallejo.

Palacios, L. y Toala, M. (2015). Diseño de dos muros de contención para el proyecto ciudad casa de la cultura de la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí 2014- 2015. Tesis para título de Ingeniera Civil. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

Paucar, J. y Pari, H. (2014). Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa - Anchonga km 06+500, afectado por la erosión del río Lircay. Tesis para título de Ingeniero Civil. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.

Rojas, S. (2009). Diseño de muros de contención, Sector La Aguada, Comuna de Corral Tesis de Título de Ingeniero Civil en Obras Civiles. Universidad Austral de Chile. Recuperado de:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcir7411d/doc/bmfcir7411d.pdf>

Rustom, A. (2012). Estadística descriptiva, probabilidad e inferencia. Una visión conceptual y aplicada. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Chile.

Torres, R. (2008). Análisis y diseño de muros de contención de concreto armado. Universidad de los Andes, Venezuela.

UCLM (2011). Muros de contención. Recuperado de:

[https://previa.uclm.es/area/ing\\_rural/Hormigon/Temas/Muros2011.pdf](https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hormigon/Temas/Muros2011.pdf)

## **ANEXOS**

### Anexo 1. FICHA DE TRABAJO 1 – PARA EVALUACIÓN

<b>I. DATOS GENERALES</b>	
1.1 TESIS: Propuesta de diseño de muro de contención	
1.2 AUTOR: Víctor Romaní Bazán ; Benji Cruzate Contreras	
1.3 UBICACIÓN: Quebrada <b>QUIRIO</b>	
1.3 LUGAR: Asentamiento Humano Nicolás de Piérola (Chosica)	
1.5 COORDENADAS: 11°56'10.3"S 76°42'58.8"W	
1.4 LÍMITES: Avenida Sucre y avenida Andrés Avelino Cáceres	
<b>II. DATOS DE EVALUACIÓN</b>	
2.1 Datos del Muro de Contención	
<b>GEOMETRÍA - DIMENSIONAMIENTO</b>	<b>RESULTADOS</b>
Longitud	100 mt.
Altura	4.00 mt.
Espesor de la Base	2.40 mt.
Espesor de la corona	0.50 mt.
Talón	0.55 mt.
Puntera	0.55 mt.
Espesor de la Zapata	0.65 mt.

Elaboración propia.

## FICHA DE TRABAJO 2 - PARA DESARROLLO

<b>I. DATOS GENERALES</b>	
1.1 TESIS:	
1.2 AUTOR: Víctor Romaní Bazán ; Benji Cruzate Contreras	
1.3 UBICACIÓN: Quebrada <b>QUIRIO</b>	
1.4 LUGAR: Asentamiento Humano Nicolás de Piérola (Chosica)	
1.5 COORDENADAS: 11°56'10.3"S 76°42'58.8"W	
1.6 LÍMITES: Avenida Sucre y avenida Andrés Avelino Cáceres	
<b>II. DATOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS</b>	
2.1 Datos obtenidos mediante los ensayos	
<b>ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Ángulo de Fricción	25°
Peso específico del suelo	2.1 ton/m <sup>3</sup>
Coefficiente de Fricción	0.60
Capacidad admisible del terreno	112 ton/m <sup>2</sup>
Peso Específico de relleno	1800 kg/m <sup>3</sup>
Tipo de Suelo	Grava limosa
<b>TIPO DE CARGAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Carga Diagonal	
Carga Vertical	
Carga Horizontal	
Sobrecargas	
<b>FACTOR DE SEGURIDAD</b>	<b>RESULTADOS</b>
Factor de seguridad de deslizamiento	
Factor de seguridad de volteo	
Factor de seguridad por hundimiento	



*Figura 8-1. Barreras para la protección de huayco*  
, Elaboración propia.



*Figura 11. Estado actual de los muros*



*Figura 8-2. Pare de la quebrada QUIRIO*



*Figura 12. Muro natural socavado*



*Figura 10. Socavación en muro natural*



*Figura 13. Cause del huayco*



*Figura 14. Muro empírico construido por los moradores de la zona*



*Figura 17. Cimiento del muro de contención expuesto por paso de huayco.*



*Figura 15. Erosión que a sufrido el cauce del huayco*



*Figura 18. Dique destruido por paso de huayco.*



*Figura 16. Área marcada es el cauce del huaco (quirio)*

**Anexo 2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS****Calidad en Construcción****INFORME TÉCNICO N.º 000198 – 2018 - SERMASOL SAC/D.L.S.**

A : VICTOR ROMANI BAZAN & BENJI J. CRUZATE CONTRERAS

DE : DIVISION DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ASUNTO : Remisión de Informe de Capacidad Portante en el Proyecto:  
Mitigación de los Efectos del flujo de escombros mediante la adecuada  
ubicación de los muros de contención en el AA. HH. Nicolas de Piérola  
- Chosica.

FECHA : Lima, 16 de Octubre del 2,018

Es grato dirigirme a Ud., para manifestarle que adjunto al presente, se esta remitiendo a su Despacho, el Informe Técnico de Laboratorio, para la determinación de la Capacidad Portante Admisible, obtenida en base al Estudio de Mecánica de Suelos, de acuerdo a las Normas ASTM y NTP, el cual será considerado en la ejecución del Proyecto: Mitigación de los Efectos del flujo de escombros mediante la adecuada ubicación de los muros de contención en el AA. HH. Nicolas de Piérola - Chosica - Lima.

En espera de la conformidad al presente, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente:

C.C.

- ARCHIVO D.L.S.

Calle Garcilazo de la Vega #778 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
www.sermasol.com



Calidad en Construcción

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

### 1.0- OBJETIVO:

El presente Informe Técnico de Estudio de Mecánica de Suelos ( EMS ), realizado con fines de cimentación, tiene por objeto realizar una investigación del subsuelo del área de estudio para la construcción de una edificación, el cual se ha ejecutado mediante trabajos de exploración de campo, a través de calicatas (pozos a cielo abierto), con lo cual se han determinado las características físicas del tipo de suelo que conforma el Área de Estudio, proporcionándose la capacidad portante admisible y las recomendaciones generales, basados en el cumplimiento y concordancia con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), teniendo en cuenta las últimas modificaciones consideradas en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2016).

### 2.0- UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO:

El Proyecto en mención, se encuentra ubicado en el Asentamiento Humano Nicolas de Piérola en el Distrito de Chosica, Provincia de Lima y Departamento de Lima.

Chosica posee un clima soleado la mayor parte del año, aunque su cercanía a la sierra hace que reciba entre los meses de diciembre a marzo lluvias esporádicas, en algunas ocasiones suelen escucharse truenos, que se encuentra sobre los 850 msnm, los veranos son caliente, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 11 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 10 °C o sube a más de 27 °C.

### 3.0- GEOLOGÍA

Según el mapa geológico de Lima y reconocimiento del área de estudio, en el lugar existen depósitos de suelos aluviales pertenecientes al sistema cuaternario.

### 4.0- ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Según la zonificación modificada consideramos que el área estudiada en el presente informe corresponde a la Zona 03, de la figura de la norma mencionada, para el cual su factor  $Z = 0.35$ ,

Calle Garcilazo de la Vega #778 of. 201  
 Urb. Salamanca-Ate  
 Lima 03 Perú  
 (01)434-2189  
 www.sermasol.com



### Calidad en Construcción

en referencia a la categoría de edificación podemos ubicarla en la denominación C para Edificaciones Comunes y su Factor U es igual a 1.0.



#### 5.0- INVESTIGACIONES EFECTUADAS:

Calicatas: Considerando las Normas para Calicatas ASTM D-420 se determinó el Perfil Estratigráfico del Área de Estudio, con la exploración de cinco calicatas, identificadas como se muestra en el cuadro y ubicadas convenientemente dentro del Área de Estudio y hasta cuyas profundidades no se encontró el Nivel Freático.

CALICATA No.	PROFUNDIDAD (Mt.)	ANCHO (Mt.)	LARGO (Mt.)
C - 1	2.20	1.20	1.60
C - 2	3.00	1.50	1.40
C - 3	3.00	1.30	1.90

Calle Garcilazo de la Vega #776 of. 201  
 Urb. Salamanca-Ate  
 Lima 03 Perú  
 (01)434-2189  
 www.sermasol.com



### Calidad en Construcción

Clasificación de Suelos: Paralelamente al muestreo efectuado, se realizó el registro de las calicatas, anotándose las principales características del tipo de suelo predominante explorado, como espesor, humedad, plasticidad, siendo clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS y AASTHO.

CALICATA	C - 1
Muestra	M - 1
Profundidad (Mt)	0.00 - 2.20
Retenido No. 4	71.7%
Pasa 200	7.0%
Límite Líquido	16.92
Límite Plástico	NP
SUCS	GP
AASTHO	A 1 - a (0)

CALICATA	C - 2
Muestra	M - 2
Profundidad (Mt)	0.00 - 3.00
Retenido No. 4	70.9%
Pasa 200	4.0%
Límite Líquido	16.44
Límite Plástico	NP
SUCS	GP
AASTHO	A 1 - a (0)

CALICATA	C - 3
Muestra	M - 3
Profundidad (Mt)	0.00 - 3.00
Retenido No. 4	71.6%
Pasa 200	4.0%
Límite Líquido	16.01
Límite Plástico	NP
SUCS	GP
AASTHO	A 1 - a (0)



## Calidad en Construcción

### 6.0- ENSAYOS DE LABORATORIO:

Se realizaron ensayos de gabinete para determinar las características físicas del material extraído del área de estudios, basándonos en la Norma E - 050, de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Construcción y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Construcción, teniendo en cuenta las modificaciones consideradas en la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente", los cuales anexaremos al final de informe.

Ensayo	Norma	Cantidad
Análisis granulométrico por tamizado	D422	3
Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad	D4318	3
Clasificación de suelos, sistema SUCS	D2487	3
Contenido de humedad	D2216	3
Densidad in situ	D1556	3
Determinación de cloruros	NTP 339.177	1
Determinación de sulfatos	NTP 339.178	1
Determinación de sales solubles totales	NTP 339.152	1

### 7.0- DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO:

En base a las Pruebas de campo y Ensayos de Laboratorio, se tiene la siguiente conformación del Suelo, dentro del Área de Estudio:

En el sector de la calicata C-1, C-2 y C-3 luego de un estrato de material de relleno (desmonte), se encontraron los estratos homogéneos, de material del grupo de suelos gruesos, tipos inclusivos de grava, forma de partícula redondeada, tamaño de la partícula gruesa, porosidad baja, permeabilidad alta, cohesión interparticular muy baja, fricción interparticular alta, plasticidad carente, compresibilidad muy baja, velocidad de compresión inmediata, que se encuentra conformado por gravas pobremente gradadas o mezclas de arena-grava (GP), graduadas en forma incompleta, que puede ser uniforme, el tamaño de la mayor parte de las partículas esta en límites estrechos o bien en graduación con intermitencias.



## Calidad en Construcción

En resumen el suelo analizado en las exploraciones de las Calicatas C-1, C-2 y C-3 en donde se ubicará la vivienda, están conformados por 01 tipo de estrato, con suelos predominantes de material conformado por gravas pobremente graduadas, limpias, con pocos finos.

Cabe indicar que las profundidades indicadas en el presente informe se refieren a la profundidad en que se extrajo la muestra a ensayar, realizando excavaciones a mayor profundidad de las señaladas para verificar si se trataba del estrato predominante y confirmar si la cimentación propuesta descansaría sobre el estrato hallado. Es así que las excavaciones llegaron hasta 5mts, profundidad en la que aún no se halló el nivel freático.

Cumpliendo así con la profundidad mínima a alcanzar en cada punto de investigación aplicando la fórmula para cimentaciones superficiales (Edificaciones) como indica la norma técnica Peruana E.050 a la cual nos regimos.

### 8.0- NIVEL FREATICO

Hasta la profundidad máxima de exploración (3.0 m), medido a partir del nivel de terreno actual, no se encontró el nivel freático.

### 9.0- ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN:

En casos de suelos granulares de diseño de cimentación generalmente está controlado por asentamiento y debe chequearse por corte, arrojando como resultados un Angulo de fricción de 27° y Cohesión de 0.00 kg/cm<sup>2</sup> y un promedio en los pesos unitarios (ya que se tratan del mismo estrato) asumimos un valor de PUS 2.102 y PUC 2.210.

Se realizó el cálculo por asentamiento diferencial máximo permisible paralelo a la determinación de la capacidad portante, obteniendo como resultado **1.16cms (0.5")** de asentamiento.

Los Coeficientes de presión lateral son los siguientes: en estado activo es de 0.004H y pasivo 0.060H.

La capacidad portante de la Carga Admisible del suelo, donde se apoyaran la edificación, se determinó mediante el empleo del método de la carga ultima, por la fórmula de Kart Terzaghi,



### Calidad en Construcción

modificada por Vesic, considerando el análisis para CIMENTACIONES CORRIDAS, teniendo en consideración la cota de fundación (profundidad) de la cimentación, la base (ancho) de la cimentación, el tipo de aplicación de la carga y el tipo de suelo existente:

$$q_u = c.N_c + \gamma_1.D_f.N_q + 0.5\gamma_2.B.N_\gamma$$

Determinamos la Capacidad Portante del Suelo:

$$Q_d = 10.74 \text{ kg/cm}^2$$

Determinamos la Capacidad Portante del Suelo, en base al Factor de Seguridad (el factor de seguridad utilizado es de 3):

$$Q_{da} = \frac{Q_d}{F_s}$$

Determinamos la Capacidad Portante Admisible del Suelo:

$$Q_{da} = 3.58 \text{ kg/cm}^2$$

### 10.0- EMPUJES DE SUELOS NATURALES

Los siguientes parámetros y coeficientes pueden ser utilizados para la verificación de estabilidad de las estructuras de contención:

Parámetro	Valor
Angulo de fricción ( $\phi$ )	27.0°
Cohesión (c)	0.00 kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de presión en reposo ( $K_0$ )	0.44
Coefficiente de presión activa ( $K_a$ )	0.28
Coefficiente de presión pasiva ( $K_p$ )	3.54
Coefficiente de fricción ( $\mu$ )	0.42
Profundidad de cimentación mínima (D)	1.5 m
Peso unitario ( $\gamma$ )	2.2 t/m <sup>3</sup>



## Calidad en Construcción

En el análisis estructural de las estructuras de contención se deberá considerar todas las cargas verticales y horizontales actuantes; incluyendo las cargas que transmiten las edificaciones cercanas.

### 11.0- PARÁMETROS PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE

Según las condiciones geotécnicas del suelo en el área de estudio el perfil del suelo es tipo S2 y le corresponde los parámetros siguientes:

Parámetro	Valor
Factor de zona (Z)	0.35
Factor de amplificación del suelo (S)	1.05
Periodo que define la plataforma de amplificación sísmica ( $T_p$ )	0.6 s
Periodo que define el inicio de la plataforma de amplificación sísmica con desplazamiento constante ( $T_c$ )	2.0 s

### 12.0- AGRESIVIDAD DEL SUELO:

Resultados de Análisis Químicos.

Calicata	Muestra	Prof. (m)	S.S.T. (ppm)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	PH
C-1	M-1	0.30 – 3.00	1321.00	380.10	271.69	7.7

De los resultados de los análisis químicos obtenidos, observamos que la concentración de sales cloruros y sulfatos, se encuentra por debajo de los valores permisibles teniendo como referencia el Cuadro N° 01, por lo que dicho suelo explorado no ocasionará un ataque por corrosión del acero del concreto de la cimentación.



Calidad en Construcción

CUADRO N° 01: ELEMENTOS QUÍMICOS NOCIVOS PARA LA CIMENTACIÓN

Presencia en el Suelo de :	p.p.m	Grado de Alteración	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000 1000 - 2000 2000 - 20,000 >20,000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
** CLORUROS	> 5,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metálicos
** SALES SOLUBLES	> 15,000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

\* Correlé 218-83 ACI  
\*\* Experiencia Existente

Por todo lo expuesto se concluye usar el cemento tipo I para las estructuras de cimentación.

### 13.0- CONCLUSIONES:

- El terreno explorado del Proyecto en mención, se encuentra ubicado en el Asentamiento Humano Nicolas de Piérola en el Distrito de Chosica, Provincia de Lima y Departamento de Lima.
- La capacidad portante admisible obtenida en el Área de Estudio es de **3.58kg/cm<sup>2</sup>** con la consideración de Cimientos Corridos y la profundidad con la cual fue calculada la determinación de la capacidad portante del presente estudio fue de 1.50mts a nivel del terreno natural existente.
- Se recomienda eliminar el primer estrato hallado el cual contiene materia orgánica, raíces secas, etc. El mismo que refiere a los primeros 0.20 mts del terreno existente.
- El presente Estudio de Suelos, no toma en cuenta los fenómenos de geodinámica externa, o en los casos en que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas, galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial.
- Las zonas pueden estar sujetos a fenómeno de amplificación sísmica en consecuencia deberá considerarse el diseño del coeficiente sísmico de acuerdo a la sismicidad de la zona.



### Calidad en Construcción

- Se establece que las acciones de los trabajos y de los procedimientos constructivos que se ejecuten en la obra y que no tengan derivación alguna con las conclusiones y recomendaciones expuestas en el presente informe, serán de la entera responsabilidad del ejecutor de obra.



Calidad en Construcción

**14- ANEXOS:**

Calle Garcilazo de la Vega #776 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)



Calidad en Construcción

**ENSAYOS REALIZADOS  
AL MATERIAL EXTRADIO**

Calle Garcilazo de la Vega #776 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)



Calidad en Construcción

CALICATA N° 01

Calle Garcilazo de la Vega #278 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)

 <small>SERVICIOS ASISTENCIALES Y CONSULTORÍA SOLUCIONES S.A.S.</small>		Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 03 - 5da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte Teléfono: 434-2189 - 997544804	
---	--	--	--

Obra:	Mitigación de los Efectos del flujo de excentricidad mediante la adecuada ubicación de los muros de contención	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev:	0	Fecha:
Contratista:	Victor Román Bazán & Berg J Cruzado Cortés	<b>REGISTRO DE EXCAVACION PERFIL ESTRATIGRAFICO</b>	Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA H1 Nicolás de Piérola - Chosica		Nº de muestra:		
Ubc. De muestreo:	Calzada No. 01 - Prof. 2.30mts		Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de ensayo:	18/10/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z.	Hoja:	01 de 01

**REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO**

PROF. (m)	ESTRATO		SIMBOLOGIA	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MUESTRA	CLASIF.		GRANULOMETRIA				W. NAT.	
	CAPA	ESPESOR (cm)			AASHTO	SLCS	+2	75	Nº 4	Nº 200		< 1º
0.00	001	0.00 - 0.30		<b>Material Relleno:</b> Se halló una cobertura superficial de material tipo desmonte, conteniendo ladrillos, desechos de concreto, manera, tierra contaminada.								
0.10												
0.20												
0.30												
0.40												
0.50	002	0.30 - 2.20		<b>Sujos Granulares Gruesos:</b> un estrato predominante de material grueso mal gradado, mezclas gravosas, con poco o ningún fino.	A 1 - a (D)	GP	4.4	67.4	22.1	6.1	3.1	
0.60												
0.70												
0.80												
0.90												
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												
1.60												
1.70												
1.80												
1.90												
2.00												
2.10												
2.20												

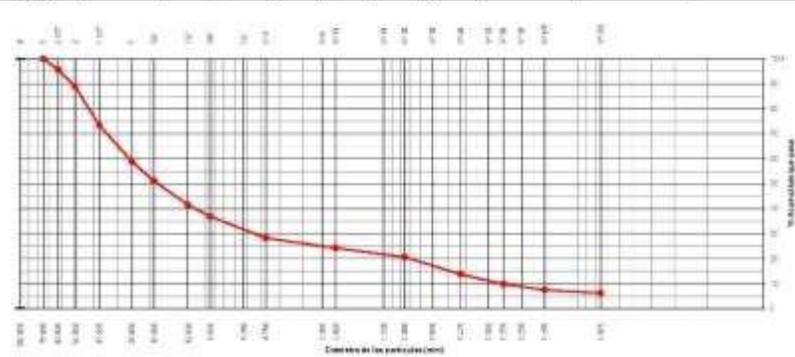


DIRECCIÓN DE LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS  
INGENIERÍA, ANÁLISIS Y ENSAYOS ESPECIALIZADOS

Dirección: Calle Luxemburgo Ma. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
Teléfono: 434-3189 - 057544604

Obras:	Mitigación de los Efectos del Flujo de escorrentías mediante la adecuada ubicación de las curvas de contención.	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev: 0	Fecha:	
Contratista:	Motor Research Bazar & Benji J. Cruzata Carberas	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>	Sub Contratista:	SERMASOL S.A.C.	
Proveedore:	AA, 184. Notas de Planta - Chosica.		MP de muestra:		
Ubic. del material:	Calista Nro 31 - Prof. 2.20mts	ASTM: D 422 - C 138	Clase de Material:	Materia Propia	
Fecha de ensayo:	18/10/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z.	Hoja:	01 de 01

Tamaño	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones:	Índice de Consistencia
4"	100.000						Peso Total 40168
2"	25.000				100.0		
3/16"	47.500	1.765.0	4.4	4.4	95.6		Fracción Fina 788
2"	50.000	2.648.0	6.6	11.0	89.0		
1/16"	27.500	4.287.0	10.7	20.8	79.2		Límite Líquido 17.34
7"	25.000	5.272.0	13.1	33.9	66.9		Límite Plástico N. P.
3/4"	18.750	3.266.0	8.1	42.0	57.9		Índice Plasticidad N. P.
1/2"	12.500	3.987.0	9.9	51.9	48.1		
3/8"	9.375	1.842.0	4.6	56.5	43.5		
1/4"	6.250	8.250	2.1	58.6	41.4		
Nº4	4.750	3.448.0	8.6	67.2	32.8		Clas. AASHMTD A 1 - a B)
Nº5	3.350	2.380	5.9	73.1	26.9		Clas. SUCS GP
Nº10	2.000	110.0	0.3	73.4	26.6		Cont. Humedad 3.1
Nº15	1.180	5.300	1.3	74.7	25.3		
Nº20	0.850	39.0	0.1	74.8	25.2		
Nº30	0.600	182.0	0.4	75.2	24.8		
Nº40	0.425	192.0	0.5	75.7	24.3		
Nº50	0.300	110.0	0.3	76.0	24.0		
Nº60	0.250	110.0	0.3	76.3	23.7		
Nº70	0.200	60.0	0.1	76.4	23.6		
Nº100	0.150	60.0	0.1	76.5	23.5		
Nº200	0.075	37.0	0.0	76.5	23.5		
Nº299		169.0	0.4	76.9	23.1		



Observaciones:



Sermasol  
 S.A.S. C. REGISTRADA EN MOYATA 2104186  
 C.M.S. C. 694310 - UMBATO, CANTÓN  
 Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 00 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Pardo - Ave. Vértice  
 Teléfono: +54-2189 - 987544904

Ciudad:	Miguelín de los Andes del fijo de escrituras mediante la adecuada ubicación de los datos de contenido	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		Rev:	E	Fecha:
Ciudad:	Vista Rosari Bazar A Barj J. Cruzada Cotacachi	<b>LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS</b>		Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA, HK, Nicolas de Piérola - Cotacachi			Nº de muestra:		
Ubic. del muestreo:	Calicata No. 01 - Prof. 2.20mts	<b>ASTM D 4218</b>		Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de ensayo:	16/10/2018	Elaborado por:	Juan Torres Z.	Hoja:	01 de 01	
Título y/o Línea que abarca						
<b>LIMITE LIQUIDO</b>						
Prueba Nº	1º	2º	3º	4º		
Recipiente (l)	A	B	C			
Nº de golpes	28	24	18			
Recipiente + Suelo Húmedo	51.12	51.74	52.43			
Recipiente + Suelo Seco	47.03	48.43	48.92			
Peso del Agua (gr)	3.19	3.31	3.51			
Peso de Recipiente	39.07	39.53	39.77			
Peso de Suelo Seco (gr)	18.86	18.9	19.19			
% de Humedad	16.91	17.51	18.33			
<b>LIMITE PLASTICO</b>						
Prueba Nº	1º	2º	3º	4º		
Recipiente (l)						
Recipiente + Suelo Húmedo						
Recipiente + Suelo Seco	N	P				
Peso del Agua (gr)						
Peso de Recipiente						
Peso de Suelo Seco (gr)						
% de Humedad						
<b>HUMEDAD NATURAL</b>						
Recipiente (l)	1					
Recipiente + Suelo Húmedo	304					
Recipiente + Suelo Seco	780					
Peso del Agua (gr)	34					
Peso de Recipiente	0					
Peso de Suelo Seco (gr)	780					
% de Humedad	3.1					
<b>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</b>				Límite Líquido 17.34 Límite Plástico 16.91 Índice de Plasticidad 0.43 Humedad Natural 3.1		
						
Observaciones:						



Dirección: Calle Luxemburgo 42, X.Lote 03 - 2da. Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
Teléfono: 434-2188 - 587544604

Cliente:	Medición de los Efectos del Flujo de agua en presencia inmediata la adecuada ubicación de las juntas de contracción	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev:	0	Fecha:
Contratista:	Victor Rosari Bazán & Benji J. Cruzate Contratas	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b>	Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA. H91. Nicolás de Piérola - Chicla		Nº de muestra:		
Ubic. del Muestra:	Calicata No. 01 - Prof. 2.20mts	<b>ASTM C 127</b>	Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de Muestreo:	18/10/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z.	Fecha de Ensayo:	01 de 01
Tiempo y/o Línea que alcanza:					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>AGREGADO GRUESO</b> </div>					
Peso del agregado saturado (SSS)	A	3280			
Peso del agregado sumergido (gr.)	B	2071			
Vol. De masa + vol. de vacíos (gr.)	C = (A-B)	1209			
Peso del agregado seco (gr.)	D	3280			
Vol. de masa (gr.)	E = C - (A - D)	1189			PROMEDIO
Peso Especifico (Base seca)	F = D / C	2.698			2.698
Peso Especifico (Base saturada)	G = A / C	2.713			2.713
Peso Especifico (Aparente)	H = D / E	2.742			2.742
% De Absorción	I = [(A-D)/E]*100	0.61			0.61
Observaciones:					



Dirección: Calle Luverburgo Mt. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
Teléfono: 434-2188 - 987044904

### PESO VOLUMETRICO DE AGREGADOS

OBRA : Mitigación de los Efectos del flujo de escombros mediante la adecuada ubicación de los muros de contención

SOLICITADO POR : Victor Romani Bazan & Benji J. Cruzate Contreras

UBICACIÓN : AA. HH. Nicolás de Piérola - Chosica,  
Calicata Nro. 01 - Prof. 2.20mts

REALIZADO POR : Juan Torres Z.

FECHA : martes, 16 de Octubre de 2018

DATOS DEL MOLDE		Peso (gr)	9978	Volumen (cm <sup>3</sup> )	14288
<b>PESO VOLUMETRICO SUELTO</b>					
SONDAJE	I	II	III		
Muestra	M-1	M-1	M-1		
Profundidad	3.20	3.20	3.20		
Peso de la Muestra + Molde (gr)	39788	39648	39690		
Peso de la Muestra (gr)	29810	29970	29912		
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	2.095	2.099	2.092		
PESO VOLUMETRICO SUELTO OBTENIDO				<b>2.091</b>	
<b>PESO VOLUMETRICO COMPACTADO</b>					
SONDAJE	I	II	III		
Muestra	M-1	M-1	M-1		
Profundidad	3.20	3.20	3.20		
Peso de la Muestra + Molde (gr)	41308	41443	41528		
Peso de la Muestra (gr)	31420	31495	31590		
Densidad Humedad (gr/cm <sup>3</sup> )	2.197	2.201	2.208		
PESO VOLUMETRICO COMPACTADO OBTENIDO				<b>2.201</b>	
<b>Observaciones:</b>					
- Ninguna.					



Calidad en Construcción

CALICATA N° 02

Calle Garcilazo de la Vega #776 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)

 <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	
Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 03 - 5da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte Teléfono: 434-2189 - 997544804	

Obra:	Mitigación de los Efectos del Flujo de escombros mediante la adecuada ubicación de los muros de contención	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev:	0	Fecha:
Contratista:	Victor Romani Bazan S. Benj J Cruzate Contreras	<b>REGISTRO DE EXCAVACION PERFIL ESTRATIGRAFICO</b>	Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA 191 Nicolas de Piñata - Choisca		Nº de muestra:		
Ubic. De muestreo:	Calcaña No. 02 - Prof. 3 Dóms		Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de ensayo:	16/10/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z	Hoja:	01 de 01

**REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Profundidad (m)	ESTRATO		SIMBOLOGIA	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MUESTRA	CLASIF.		GRANULOMETRIA				W. NAT.
	CAPA	ESPESOR (cm)			AASHTO	SLCS	%	2" Nº 4	Nº 10	< Nº 200	
0.00	001	0.00 - 0.40		<b>Material Relleno:</b> Se halló una cobertura superficial de material tipo desmonte, conteniendo ladrillos, desechos de concreto, manera, tierra contaminada.							
0.10											
0.20											
0.30											
0.40											
0.50	002	0.40 - 3.00		<b>Suelos Granulares Gruesos:</b> un estrato predominante de material gravoso mal gradado, mezclas gravosas, con poco o ningún fino.	A 1 - a (D)	GP	11.4	59.5	24.9	4.3	3.0
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											
1.60											
1.70											
1.80											
1.90											
2.00											
2.10											
2.20											
2.30											
2.40											
2.50											
2.60											
2.70											
2.80											
2.90											
3.00											

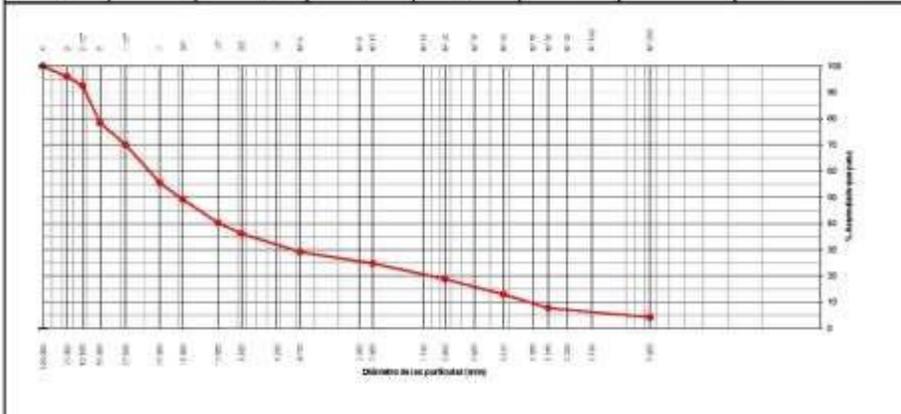


**Sermasol**  
 DIVISION DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,  
 GEOTECCNIA, AFILLOS Y ENGRASADOS  
 Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
 Teléfono: 434 2189 - 55054804

Obj: Muestreo de los Efectos del tipo de encuentros mediante la adecuada ubicación de los puntos de conformación	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev: 0	Fecha:
Contratista: Victor Román Barón & Sergio Cruzado Córdova	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>	Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>
Procedencia: AA 141, Nicolas de Piérola - Chosica		№ de muestra:	
UDC del sustrato: Calicata hinc 02 - Prof. 3.00mts	ASTM D 422 - C 136	Clase de Material:	Material Propio
Fecha de ensayo: 16/10/2016	Mostrado por: Juan Torres Z.	Hoja:	01 de 01

Trazo y/Línea que alcanza:

Tamiz	Apertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Pasado Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones	Índice de Consistencia
#4	50.000				100.0		
#20	75.000	1.780.0	4.0	4.0	96.0		Peso húmedo 44800
#30	85.000	1.635.0	3.4	7.4	92.6		Fración Fina 470
#40	90.000	1.500.0	3.4	10.8	89.2		
#60	106.000	1.360.0	3.0	13.8	86.2		Límite Líquido 18.74
#75	125.000	1.220.0	2.7	16.5	83.5		Límite Plástico N. P.
#100	150.000	1.080.0	2.4	18.9	81.1		Índice Plasticidad N. P.
#150	106.000	940.0	2.1	21.0	79.0		Clas. AASHTO A 1 - A10
#200	75.000	800.0	1.8	22.8	77.2		Clas. SUCS GP
#250	63.000	660.0	1.5	24.3	75.7		Cont. Humedad 3.0
#300	50.000	520.0	1.2	25.5	74.5		
#400	37.500	380.0	0.8	26.3	73.7		<b>% de Agregados</b>
#600	25.000	240.0	0.5	26.8	73.2		% Grava 70.8
#750	19.000	100.0	0.2	27.0	73.0		% Arena 28.8
#1000	1.180.0	80.0	0.2	27.2	72.8		% Fina 4.8
#2000	98.000	80.0	0.2	27.4	72.6		



Observaciones:

 <b>Sermasol</b> <small>INSTITUTO LIBERARIO DE AMÉRICA DEL SUR          COMERCIO, ASISTENCIA Y CALIFICACIONES</small>	
Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte Teléfono: 434-2189 - 967544904	

Cuente:	Miudad de los Ríos de la zona de control	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		Rev:	B	Fecha:									
COD:	VICER ROMERO BAZAN & BERJ J Sociedad Civil	<b>LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS</b>		Sub Contrato: <b>SERMASOL S.A.C.</b>											
Procedencia:	AA 144 RUMAL de Pineda - Chocoma			Nº de muestra:											
Uso: del muestra:	Calle No. 02 - Prof. 3.00m	<b>ASTM D 4318</b>		Clase de Material: Material Propio											
Fecha de ensayo:	10/10/2018	Muestreado por: Juan Torres Z		Hoja: 01 de 01											
Título y/o Línea que abarca															
<b>LIMITE LIQUIDO</b>															
Problema Nº	1º	2º	3º	4º											
Recipiente Nº	A	B	C												
Nº de golpes	30	24	18												
Recipiente + Suelo Humedo	41.77	48.58	49.55												
Recipiente + Suelo Seco	44.98	45.07	46.22												
Peso del Agua (gr)	2.71	2.32	3.13												
Peso de Recipiente	27.15	26.4	26.62												
Peso de Suelo Seco (gr)	18.81	17.27	17.9												
% de Humedad	18.03	16.01	17.78												
<b>LIMITE PLASTICO</b>															
Problema Nº	1º	2º	3º	4º											
Recipiente Nº															
Recipiente + Suelo Humedo															
Recipiente + Suelo Seco	N	P													
Peso del Agua (gr)															
Peso de Recipiente															
Peso de Suelo Seco (gr)															
% de Humedad															
<b>HUMEDAD NATURAL</b>															
Recipiente Nº	1														
Recipiente + Suelo Humedo	890														
Recipiente + Suelo Seco	878														
Peso del Agua (gr)	20														
Peso de Recipiente	0														
Peso de Suelo Seco (gr)	878														
% de Humedad	3.0														
<b>DIAGRAMA DE FLUidez</b>				<table border="1"> <tr><td>Límite Líquido</td></tr> <tr><td>10.74</td></tr> <tr><td>Límite Plástico</td></tr> <tr><td>11.0</td></tr> <tr><td>Índice de Plasticidad</td></tr> <tr><td>11.0</td></tr> <tr><td>Humedad Natural</td></tr> <tr><td>3.0</td></tr> </table>				Límite Líquido	10.74	Límite Plástico	11.0	Índice de Plasticidad	11.0	Humedad Natural	3.0
Límite Líquido															
10.74															
Límite Plástico															
11.0															
Índice de Plasticidad															
11.0															
Humedad Natural															
3.0															
															
Observaciones:															



Dirección: Calle Luxemburgo A2, X.Lote 03 - 2da. Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ato Vitarte  
 Teléfono: 434-2188 - 587544604

Cliente:	Mitigación de los Efectos del flujo de ascenso mediante la adecuada ubicación de los muros de contención	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev.:	0	Fecha:
Controlado:	Victor Roman Bazán & Benj. J. Cisneros Contreras	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b>	Sub Controlado:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA, HH, Nissol de Petate - Chocoma		№ de muestra:		
Ubic. del muestreo:	Calcuta Hts. 02 - Prof. 3.00mts	<b>ASTM C 127</b>	Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de Muestreo:	16/05/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z.	Fecha de Entrega:	01 de 01
Trazo y/o Línea que abarca:					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>AGREGADO GRUESO</b> </div>					
Peso del agregado saturado (SSS)	A	3261			
Peso del agregado sumergido ( gr )	B	2065			
Vol. De masa + vol. de vacíos ( gr )	C = (A-B)	1196			
Peso del agregado seco ( gr )	D	3240			
Vol. de masa ( gr )	E = C - (A - D)	1175			PROMEDIO
Peso Especifico ( Base seca )	F = D-C	2.709			2.709
Peso Especifico ( Base saturada )	G = A / C	2.727			2.727
Peso Especifico ( Aparente )	H = D / E	2.757			2.757
% De Absorción	I = ((A-D)/C)*100	0.65			0.65
Observaciones:					



SERMASOL S.A.S.  
SOLUCIONES DE INGENIERIA Y OBRAS  
CIVILES Y AMBIENTALES

Dirección: Calle Luxemburgo N.º 3, Lote 03 - 3da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Norte  
Teléfono: 434-2189 - 987044904

### PESO VOLUMETRICO DE AGREGADOS

OBRA : Mitigación de los Efectos del flujo de escombros mediante la adecuada ubicación de los muros de contención

SOLICITADO POR : Victor Romani Bazan & Benji J. Cruzate Contreras

UBICACIÓN : AA. HH. Nicolas de Piérola - Chosica.  
Calicata Nro. 02 - Prof. 3.00mts

REALIZADO POR : Juan Torres Z.

FECHA : martes, 16 de Octubre de 2018

DATOS DEL MOLDE	Peso (gr)	9978	Volumen (cm <sup>3</sup> )	14289
<b>PESO VOLUMETRICO SUELTO</b>				
SONDAJE	I	II	III	
Muestra	M-1	M-1	M-1	
Profundidad	3.00	3.00	3.00	
Peso de la Muestra + Molde (gr)	40153	40218	40095	
Peso de la Muestra (gr)	30180	30240	30090	
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	2.111	2.115	2.104	
<b>PESO VOLUMETRICO SUELTO OBTENIDO</b>			<b>2.110</b>	
<b>PESO VOLUMETRICO COMPACTADO</b>				
SONDAJE	I	II	III	
Muestra	M-1	M-1	M-1	
Profundidad	3.00	3.00	3.00	
Peso de la Muestra + Molde (gr)	41658	41658	41768	
Peso de la Muestra (gr)	31680	31710	31790	
Densidad Humedad (gr/cm <sup>3</sup> )	2.218	2.216	2.225	
<b>PESO VOLUMETRICO COMPACTADO OBTENIDO</b>			<b>2.219</b>	
<b>Observaciones:</b>				
- Ninguna.				



Calidad en Construcción

CALICATA N° 03

Calle Garcilazo de la Vega #776 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)



**Sermasol**  
SERVICIOS DE INVESTIGACIONES Y CONSULTORÍA

---

Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 03 - 5da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
 Teléfono: 434-2189 - 997544804

Obra:	Mitigación de los Efectos del flujo de excentricidad mediante la adecuada ubicación de los muros de contención	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev:	0	Fecha:
Contratista:	Victor Romari Bazan & Berg J Cruzado Cortezcas	<b>REGISTRO DE EXCAVACION PERFIL ESTRATIGRAFICO</b>	Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA. HH. Nicolas de Piétna - Chosica		Nº de muestra:		
Ubic. De muestreo:	Calicata No. 03 - Prof. 3.00mts		Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de ensayo:	18/10/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z.	Hoja:	01 de 01

**REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO**

PROF. (m)	ESTRATO		SIMBOLOGIA	CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MUESTRA	CLASIF.		GRANULOMETRIA				W. NAT.	
	CAPA	ESPESOR (cm)			AASHTO	SLCS	+2	# 4	# 200	# 400		
0.00	001	0.00 - 0.60		<b>Material Relleno:</b> Se halló una cobertura superficial de material tipo desmonte, conteniendo ladrillos, desechos de concreto, manera, tierra contaminada.								
0.10												
0.20				<b>Suelos Granulares Gruesos:</b> un estrato predominante de material gravoso mal gradado, mezclas gravosas, con poco o ningún fino.	A 1 - a (0)	GP	5.7	66.5	23.4	4.4	2.5	
0.30	002	0.30 - 3.00										
0.40												
0.50												
0.60												
0.70												
0.80												
0.90												
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												
1.60												
1.70												
1.80												
1.90												
2.00												
2.10												
2.20												
2.30												
2.40												
2.50												
2.60												
2.70												
2.80												
2.90												
3.00												

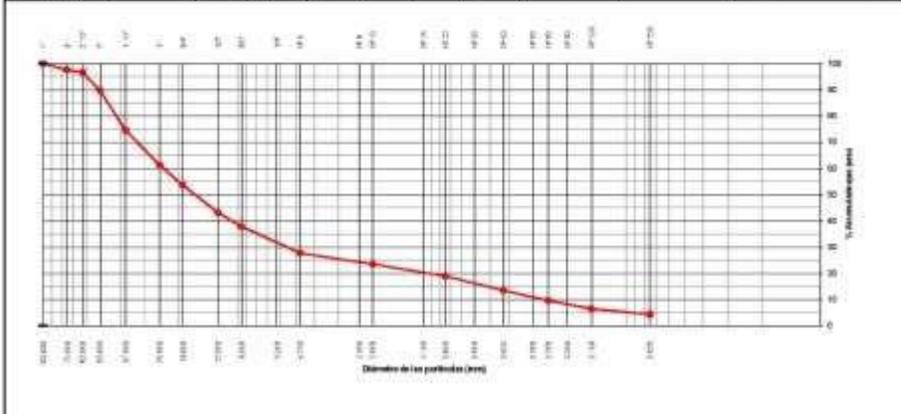


**Sermasol**  
 DIVISION DE LABORATORIO DE MATERIAS DE SUELO,  
 CIENCIA, ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICOS

Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
 Teléfono: 434 2189 - 55754804

Obra:	Migación de los Efectos del Flujo de escorrentías mediante la adecuada ubicación de las muros de contención	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Nº:	0	Fecha:
Controlado:	Victor Román Barón & Sergio Cruzado Contreras	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</b>	Sub Controlado:	SERMASOL S.A.C	
Procedencia:	AA. HH. Hacienda de Párola - Choeca		Nº de muestra:		
Ubic. del muestreo:	Calleada Nro. 03 - Prof. 3.00mts	ASTM D 422 - C 136	Caso de Material:	Material Propio	
Fecha de ensayo:	18/10/2018	Muestreado por:	Juan Torres E.	Hoja:	01 de 01

Tamiz	Apertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones	Índice de Consistencia
#	100.000				100.0		
3"	75.000	1.105.0	2.4	2.4	97.6		Peso Inicial 461.40
2 1/2"	62.000	436.0	0.9	3.3	96.7		Fración Fina 81.0
2"	50.800	3.190.0	6.9	10.3	89.7		
1 1/2"	37.500	7.075.0	15.2	25.5	74.5		Límite Líquido 16.17
1"	25.000	6.170.0	13.4	38.9	61.1		Límite Plástico N. P.
3/4"	19.000	3.470.0	7.5	46.4	53.6		Índice Plasticidad N. P.
1/2"	12.500	4.851.0	10.5	56.9	43.1		
3/8"	9.500	2.410.0	5.2	62.1	37.9		
1/4"	6.250						
Nº4	4.750	4.660.0	10.1	72.2	27.8		Clas. AASHTO A 1 - a (0)
Nº8	2.360						
Nº10	2.000	124.0	4.3	76.5	23.5		Clas. SUCS GP
Nº15	1.180						
Nº20	0.850	132.0	4.5	81.0	19.0		Cont. Humedad 3.5
Nº30	0.600						
Nº40	0.425	161.0	5.5	86.5	13.5		% de Agregados
Nº50	0.300						
Nº60	0.250	114.0	3.9	90.4	9.6		% Grava 72.2
Nº75	0.200						
Nº100	0.150	91.0	3.1	93.5	6.5		% Arena 23.4
Nº200	0.075	61.0	2.3	95.8	4.2		% Fina 4.4
+ Nº200		127.0	4.4	100			

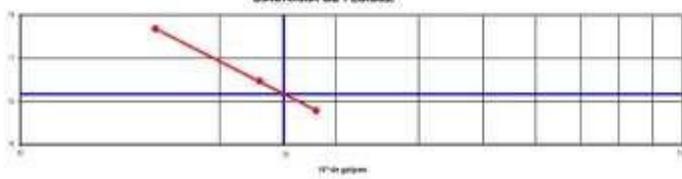


Observaciones:



**Sermasol**  
 EMPRESA LIDERADA EN AMERICA LATINA  
 COMERCIO, ASISTENCIA Y CALIDAD

Dirección: Calle Luxemburgo Mz. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
 Teléfono: 434-2189 - 967544904

Cliente:	Miguelán de los Edores del Tipo de asombros, mediante la adecuada abstracción de los datos de construcción	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		Rev:	B	Fecha:
Códi:	Vidal Román Bazán & Benj J. Cruzada Contreras	<b>LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS</b>		Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA. HH. Nodas de Parícuti - Chocho			Nº de muestra:		
Udo. del muestra:	Calicata No. 03 - Prof. 3.00mts	<b>ASTM D 4318</b>		Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de ensayo:	18/11/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z.	Hoja:	01 de 01	
Título y/o Línea que afecta:						
<b>LIMITE LIQUIDO</b>						
Prueba Nº:	1º	2º	3º	4º		
Recipiente Nº:	A	B	C			
Nº de golpes:	26	23	16			
Recipiente + Suelo Humedo:	50.41	46.75	52.2			
Recipiente + Suelo Seco:	47.41	46.5	49.03			
Peso del Agua (gr):	3.00	2.95	3.17			
Peso de Recipiente:	28.40	28.80	20.77			
Peso de Suelo Seco (gr):	19.01	17.91	19.06			
% de Humedad:	15.78	16.47	17.68			
<b>LIMITE PLASTICO</b>						
Prueba Nº:	1º	2º	3º	4º		
Recipiente Nº:						
Recipiente + Suelo Humedo:						
Recipiente + Suelo Seco:	8	8				
Peso del Agua (gr):						
Peso de Recipiente:						
Peso de Suelo Seco (gr):						
% de Humedad:						
<b>HUMEDAD NATURAL</b>						
Recipiente Nº:	1					
Recipiente + Suelo Humedo:	838					
Recipiente + Suelo Seco:	810					
Peso del Agua (gr):	30					
Peso de Recipiente:	8					
Peso de Suelo Seco (gr):	810					
% de Humedad:	2.5					
<b>DIAGRAMA DE FLUidez</b>				Límite Líquido 51.17 Límite Plástico 11.17 Índice de Plasticidad 40.00 Humedad Natural 2.5		
						
Observaciones:						



Dirección: Calle Luxemburgo Mir. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - Ate Vitarte  
Teléfono: 434-2181 - 967544604

Cliente:	Medición de los Efectos del Flujo de agua en presencia inmediata la adecuada ubicación de las juntas de contracción	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Rev:	0	Fecha:
Contratista:	Victor Román Bazán & Benji J. Cruzate Contratas	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b>	Sub Contratista:	<b>SERMASOL S.A.C.</b>	
Procedencia:	AA. H11. Nicolás de Piérola - Chicla		Nº de muestra:		
Ubic. del Muestreo:	Calicata No. 03 - Prof. 3.00mts	<b>ASTM C 127</b>	Clase de Material:	Material Propio	
Fecha de Muestreo:	18/10/2018	Muestreado por:	Juan Torres Z.	Fecha de Ensayo:	01 de 01
Tipo y/o Línea que abarca:					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>AGREGADO GRUESO</b> </div>					
Peso del agregado saturado (SSS)	A	1369			
Peso del agregado sumergido (gr.)	B	875			
Vol. De masa + vol. de vacíos (gr.)	C = (A-B)	494			
Peso del agregado seco (gr.)	D	1358			
Vol. de masa (gr.)	E = C - (A - D)	463			PROMEDIO
Peso Especifico (Base seca)	F = D / C	2.749			2.749
Peso Especifico (Base saturada)	G = A / C	2.771			2.771
Peso Especifico (Aparente)	H = D / E	2.812			2.812
% De Absorción	I = (A-D)/E*100	0.81			0.81
Observaciones:					



INSTITUTO VENEZOLANO DE ESTADÍSTICA Y CENSO  
 DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA DE CONSTRUCCIÓN  
 Dirección: Calle Luvenburgo Mt. X Lote 03 - 2da Etapa - Los Portales de Javier Prado - At. Vista  
 Teléfono: 434-2186 - 987044904

### PESO VOLUMETRICO DE AGREGADOS

**OBRA** : Mitigación de los Efectos del flujo de escombros mediante la adecuada ubicación de los muros de contención

**SOLICITADO POR** : Victor Romani Bazan & Benji J. Cruzate Contreras

**UBICACIÓN** : AA. HH. Nicolas de Piérola - Chosica.  
Calicata Nro. 03 - Prof. 3.00mts

**REALIZADO POR** : Juan Torres Z.

**FECHA** : martes, 16 de Octubre de 2018

DATOS DEL MOLDE		Peso (gr)	9978	Volumen (cc)	14295
<b>PESO VOLUMETRICO SUELTO</b>					
SONDAJE	I	II	III		
Muestra	M-1	M-1	M-1		
Profundidad	4.00	4.00	4.00		
Peso de la Muestra + Molde (gr)	30828	30958	30888		
Peso de la Muestra (gr)	29650	29690	29910		
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	2.088	2.090	2.092		
PESO VOLUMETRICO SUELTO OBTENIDO				<b>2.090</b>	
<b>PESO VOLUMETRICO COMPACTADO</b>					
SONDAJE	I	II	III		
Muestra	M-1	M-1	M-1		
Profundidad	4.00	4.00	4.00		
Peso de la Muestra + Molde (gr)	41268	41368	41448		
Peso de la Muestra (gr)	31310	31390	31470		
Densidad Humedad (gr/cm <sup>3</sup> )	2.190	2.195	2.201		
PESO VOLUMETRICO COMPACTADO OBTENIDO				<b>2.195</b>	
<b>Observaciones:</b>					
- Ninguna.					



Calidad en Construcción

## VISTAS FOTOGRAFICAS

Calle Garcilazo de la Vega #776 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)



Calidad en Construcción

VISTAS FOTOGRAFICAS

CALICATA N° 01



Calle Garcilazo de la Vega #778 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)



Calidad en Construcción

VISTAS FOTOGRAFICAS

CALICATA N° 02



Calle Garcilazo de la Vega #778 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)



Calidad en Construcción

VISTAS FOTOGRAFICAS

CALICATA N° 03



Calle Garcilazo de la Vega #778 of. 201  
Urb. Salamanca-Ate  
Lima 03 Perú  
(01)434-2189  
[www.sermasol.com](http://www.sermasol.com)

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE          TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASO, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL** de la **Universidad César Vallejo - Lima Este**, revisor (a) de la tesis titulada

**"MITIGACION DE DESBORDES DE FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCIÓN EN EL ASENTAMIENTO HUMANO NICOLAS DE PIEROLA-CHOSICA, 2018"**, del (de la) estudiante **BENJI JONATHAN CRUZATE CONTRERAS**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **15%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 DE JULIO DEL 2019



.....  
 Mgr. Ing. PACCHA RUFASO CESAR AUGUSTO

DNI: 42569813

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE          TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, CESAR AUGUSTO PACCHA RUFASO, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL** de la **Universidad César Vallejo - Lima Este**, revisor (a) de la tesis titulada

**"MITIGACION DE DESBORDES DE FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCIÓN EN EL ASENTAMIENTO HUMANO NICOLAS DE PIEROLA-CHOSICA, 2018"**, del (de la) estudiante **VICTOR SALOMON ROMANI BAZAN**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **15%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 DE JULIO DEL 2019



.....  
 Mgtr. Ing. PACCHA RUFASO CESAR AUGUSTO

DNI: 42569813

aboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
-------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mitigación de desbordes de flujo de lodos mediante muros de contención en el  
Asentamiento Humano Nicolás de Pierola-Chosica, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL.

## AUTORES:

Victor Salomon Romani Bazan  
Benji Jonathan Cruzate Contreras

## ASESOR:

Mg. Cesar A. Pacheco R.



## Resumen de coincidencias

15 %

Rank	Source	Percentage
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.erosion.com.co Fuente de Internet	1 %
5	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	de.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS          EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo BENJI JONATHAN CRUZATE CONTRERAS, identificado con DNI No **45396381**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "MITIGACION DE DESBORDES DE FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCIÓN EN EL ASENTAMIENTO HUMANO NICOLAS DE PIEROLA - CHOSICA , 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA  
 DNI: 45396381

FECHA: 15 DICIEMBRE DEL 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS          EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo VICTOR SALOMON ROMANI BAZAN, identificado con DNI No **41395319**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo () No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "MITIGACION DE DESBORDES DE FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCION EN EL ASENTAMIENTO HUMANO NICOLAS DE PIEROLA - CHOSICA , 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
 .....



FIRMA  
 DNI: 41395319

FECHA: 15 DICIEMBRE DEL 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ROMANI BAZAN VICTOR SALOMON

INFORME TÍTULADO:

MITIGACION DE DESBORDES DE FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCION EN EL  
ASENTAMIENTO HUMANO NICOLAS DE PIEROLA – CHOSICA, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 15 de Diciembre del 2018.

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)

---

DRA. ING. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CRUZATE CONTRERAS BENJI JONATHAN

INFORME TÍTULADO:

MITIGACION DE DESBORDES DE FLUJO DE LODOS MEDIANTE MUROS DE CONTENCION EN EL  
ASENTAMIENTO HUMANO NICOLAS DE PIEROLA – CHOSICA, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 15 de Diciembre del 2018.

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)

---

DRA. ING. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ

