



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de taludes  
en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay –  
Pachacamac – Lima – 2018

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

**AUTOR:**

Correa Chapa, Carlos Enrique

**ASESOR:**

Mg. Ing. Ramos Gallegos, Susy Giovana

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2018**

## PÁGINA DEL JURADO



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO DE LIMA

#### DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 251-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING.

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1533/EP/ING.CIVIL.UCV LIMA N de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

#### PRIMERO.

Aprobar por sobresaliente (Pasará a publicación)	: 18 - 20 puntos	( )
Aprobar por unanimidad	: 14 - 17 puntos	(+)
Aprobar por mayoría	: 11 - 13 puntos	( )
Desaprobar	: 0 - 10 puntos	( )

La Tesis denominada " IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA DE MANCHAY-PACHACAMAC-LIMA-2018." presentado por el (la) estudiante CORREA CHAPA, CARLOS ENRIQUE

SEGUNDO. Que la calificación obtenida en la sustentación de la Tesis por el (la) estudiante es como corresponde:

Apellidos y Nombres	Calificación en números	Calificación en letras
CORREA CHAPA, CARLOS ENRIQUE	14	Catorce

Los Olivos, 05 de diciembre del 2018

Presidente(a): MAG. LUIS VARGAS CHACALTANA  
Nombre Completo

Secretario(a): MAG LUCAS LUDEÑA GUTIERREZ  
Nombre Completo

Vocal: MAG. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS  
Nombre Completo

Firma  
Firma  
Firma



### **Dedicatoria**

A mi madre allá desde el cielo, a mi amada esposa e hijos, quienes son mi motivo para despertar cada día colmado de fortalezas, siempre presto a cumplir con mis objetivos; por todo el aliento, respaldo y comprensión que me brindan, energías positivas que me permiten salir airoso ante lo adverso, por lo cual agradezco al Omnipotente por estas bendiciones que colman mi vida de amor y felicidad.

### **Agradecimiento**

A la Universidad Cesar Vallejo por ser la fuente viva del conocimiento de donde se ha nutrido mi formación profesional y asimismo a mis compañeros de aula por compartir los rigores de nuestra preparación académica.

A la MG. Ramos Gallegos, Susy Giovana, por la orientación, información y el aliento brindado durante todo el proceso de elaboración de mi tesis, la cual concluyo de manera satisfactoria.

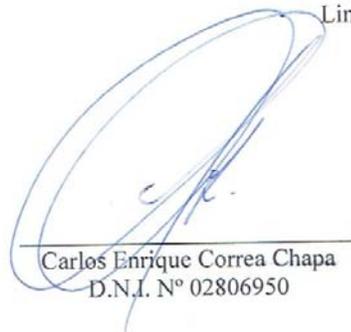
## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Carlos Enrique Correa Chapa, identificado con DNI N° 02806950, en la senda de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que los documentos que se adjuntan son fidedignos.

Asimismo, indico bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En el caso que hubiera falta, omisión o falsedad asumo los correspondientes procesos investigativos y sanciones de acuerdo a las normas internas de la Universidad.

En concordancia, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, con las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 05 de diciembre del 2018.



Carlos Enrique Correa Chapa  
D.N.I. N° 02806950

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En observancia del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo pongo a vuestra consideración la Tesis titulada: Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza Manchay – Pachacamac – Lima – 2018, la misma que se somete a vuestra apreciación y son mis deseos logren ajustarse con los exigencias de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Correa Chapa, Carlos Enrique

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Trabajos Previos.....	5
1.2.1 En el ámbito internacional.....	5
1.2.2 En el ámbito nacional.....	6
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	8
1.3.1 Variable dependiente: Estabilidad de taludes.....	8
1.3.2 Factor de Seguridad.....	9
1.3.3 Mecánica de suelos.....	12
1.3.3.1 Ventajas de la construcción en ladrillo.....	13
1.3.3.2 Cohesión:.....	13
1.3.3.3 Peso Específico:.....	14
1.3.3.4 Granulometría:.....	14
1.3.4 Variable Independiente: Gaviones.....	14
1.3.5 Composición del gavión.....	15
1.3.5.1 Alambre.....	15
1.3.5.2 Malla.....	16
1.3.5.3 Unidades de Gaviones tipo Caja.....	17
1.3.6 Diseño estructural de los muros de gaviones.....	18
1.3.6.1 Coeficiente de seguridad al volcamiento.....	19
1.3.6.2 Coeficiente de seguridad al deslizamiento.....	20
1.3.7 Términos básicos o referenciales.....	20
1.4 Formulación del problema.....	22
1.4.1 Problema general.....	22

1.4.2 Problemas específicos. ....	22
1.5 Justificación de la investigación.....	23
1.6 Hipótesis de la investigación.....	24
1.6.1 Hipótesis general. ....	24
1.6.2 Hipótesis específicas. ....	24
1.7 Objetivos de la investigación.....	25
1.7.1 Objetivo general.....	25
1.7.2 Objetivo específico.....	25
II. MÉTODO.....	26
2.1. Tipo de investigación.....	27
2.2. Nivel de investigación.....	27
2.3. Diseño de investigación.....	27
2.4. Variables y operacionalización.....	28
2.4.1. Variables.....	28
2.4.1.1. V1: Variable dependiente.....	28
2.4.1.2. V2: Variable independiente.....	28
2.4.2. Operacionalización de las Variables.....	28
2.5. Población.....	31
2.6. Muestra.....	31
2.7. Muestreo.....	31
2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
2.8.1. Técnicas de recolección de datos.....	32
2.8.2. Instrumentos de recolección de datos.....	32
2.8.3. Validez.....	34
2.8.4. Confiabilidad.....	34
2.9. Métodos de análisis de datos.....	34
2.10. Estudios y ensayos realizados.....	35
2.10.1. Estudio Topográfico.....	35
2.10.2. Excavación de calicatas.....	38
2.10.3. Ensayos de laboratorio.....	42
2.10.3.1. Ensayos de granulometría por tamizado (ASTM D 422).....	42
2.10.3.2. Ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080).....	43
2.11. Aspectos éticos.....	44

III. RESULTADOS .....	45
3.1. Descripción de la Zona de Estudio .....	46
3.1.1. Ubicación .....	46
3.1.2. Extensión y altitud .....	46
3.1.3. Acceso.....	47
3.2. Análisis de Resultados de la Variable Dependiente: .....	48
3.2.1. Mecánica de Suelos.....	48
3.2.1.1. Ensayo Granulométrico.....	48
3.2.1.2. Ensayo de corte directo.....	52
3.2.2. Mecánica de Suelos.....	56
3.2.2.1. Cálculo del factor de Seguridad aplicando el Método de Fellenius o de dovelas para el talud en la Progresiva: 0 + 020.00. ....	56
3.2.2.2. Cálculo del factor de Seguridad aplicando el Método de Fellenius o de dovelas para el talud en la Progresiva: 0 + 080.00. ....	58
3.2.4. Diseño estructural de los muros de gaviones.....	62
3.2.4.1. ANÁLISIS ESTÁTICO.....	64
3.2.4.2. ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO .....	72
IV. DISCUSIÓN.....	74
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES .....	79
VII. REFERENCIAS.....	81
VIII. ANEXOS .....	86
Anexo 1: Panel Fotográfico .....	87
Anexo 2: Pruebas de Laboratorio .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de seguridad mínimos para deslizamientos.....	12
Tabla 2: Dimensiones estándar de los gaviones tipo caja.....	18
Tabla 3: Matriz de operacionalización de variable 1 .....	29
Tabla 4: Matriz de operacionalización de variable 2 .....	30
Tabla 5: Registro de excavación Calicata C-1 .....	37
Tabla 6: Registro de excavación Calicata C-2.....	38
Tabla 7: Ficha técnica ensayo granulométrico Calicata N° 01 .....	48
Tabla 8: Ficha técnica ensayo granulométrico Calicata N° 02.....	49
Tabla 9: Curva granulométrica Calicata N° 01.....	50
Tabla 10: Curva granulométrica Calicata N° 02.....	51
Tabla 11: Esayo de corte directo Calicata N° 01 .....	52
Tabla 12: Deformación - esfuerzo Calicata N° 01.....	53
Tabla 13: Esayo de corte directo Calicata N° 02.....	54
Tabla 14: Deformación - esfuerzo Calicata N° 02.....	55
Tabla 15: Cuadro de valores factor de seguridad (Progresiva 0 + 020.00).....	57
Tabla 16: Cuadro de valores factor de seguridad (Progresiva 0 + 080.00).....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Deslizamiento de tierras en Soloma-Guatemala .....	2
Figura 2: Deslizamientos de tierras en Huancaray-Apurimac .....	2
Figura 3: Deslizamiento afectó vivienda en el Sector La Fortaleza de Manchay.....	3
Figura 4: Esquema del método de dovelas .....	10
Figura 5: Fuerzas actuantes en dovelas.....	10
Figura 6: Recubrimiento de malla de gaviones.....	16
Figura 7: Dimensiones de mallas de gaviones.....	17

Figura 8: Gaviones tipo caja. Elementos contribuyentes.....	17
Figura 9: Empuje activo y pasivo en gaviones .....	19
Figura 10: Teodolito electrónico.....	33
Figura 11: Máquina de corte directo.....	33
Figura 12: Columnas de tamices sobre máquina de ensayo .....	33
Figura 13: Trabajos de campo. Levantamiento topográfico .....	35
Figura 14: Plano de levantamiento topográfico .....	36
Figura 15: Perfil topográfico cota 0 + 020.00.....	37
Figura 16: Perfil topográfico cota 0 + 040.00.....	37
Figura 17: Perfil topográfico cota 0 + 060.00.....	37
Figura 18: Perfil topográfico cota 0 + 080.00.....	37
Figura 19: Excavación de calicatas.....	38
Figura 20: Excavación de calicata N° 01.....	39
Figura 21: Excavación de calicata N° 01.....	39
Figura 22: Excavación de calicata N° 02.....	40
Figura 23: Excavación de calicata N° 02.....	40
Figura 24: Plano de ubicación de calicatas.....	41
Figura 25: Ubicación geográfica del distrito de Pachacamac.....	46
Figura 26: Ubicación de la zona de estudio .....	47
Figura 27: División de masa deslizando talud progresiva 0+020.00 .....	56
Figura 28: División de masa deslizando talud progresiva 0+080.00 .....	58
Figura 29: Prueba de resistencia de gaviones .....	61
Figura 30: Diseño arquitectónico de gaviones en la zona de estudio .....	62
Figura 31: Detalle del muro de contención.....	61

## RESUMEN

En el ejercicio de la profesión de la ingeniería civil, el proceso de estabilización de taludes es en ocasiones una tarea primordial antes de la ejecución de todo tipo de edificaciones y en otros casos obedece a la urgente necesidad de proteger estructuras ya existentes en situación de vulnerabilidad ante el peligro de deslizamiento de masas de suelos. Lo cual requiere de todo el despliegue de nuestra experiencia y capacidad de análisis para determinar la solución más viable según la naturaleza del problema que se tenga que enfrentar, encontrándonos algunas veces que la solución se encuentra en el mismo lugar donde los ingenieros se aprestan a ejecutar obras de envergadura o proveer soluciones en beneficio de la humanidad.

En este caso, en las periferias de la ciudad de Lima se ubica el Sector La Fortaleza de Manchay en el distrito de Pachacamac, donde existe una gran cantidad de viviendas en peligro inminente por la presencia de taludes inestables, tornándose en una situación que reclama el despliegue de todo nuestro ingenio como futuros ingenieros civiles. A menudo escuchamos opinar a los expertos en planeamiento urbano acerca de esta caótica situación y sus conclusiones quedan resumidas a que estas familias deben ser reubicadas, pero son miles y es casi imposible prestar la debida atención a todas ellas, mientras tanto están a merced de muchos riesgos de carácter sísmico y estructural.

Como solución al problema de deslizamientos de suelos en la zona de estudio, el Proyecto de esta tesis implementa el uso de gaviones, cuyo objeto es la mejora de la estabilidad de taludes tanto en los factores de seguridad y mecánica de suelos, brindando protección a las viviendas y vías existentes, evitando la ocurrencia de daños personales y materiales.

La implementación de gaviones es muy frecuente en nuestro país, existen varios tipos de ellos y su uso es acorde a las circunstancias; para este caso se ha llegado a la conclusión que el sistema de gaviones tipo Caja, es recomendable para el tratamiento de los taludes en viviendas vulnerables en el Sector La Fortaleza Manchay en el distrito de Pachacamac y se espera que con su aplicación contribuya a la solución de problemas similares a nivel nacional.

Palabras clave: **Gaviones, vulnerabilidad, taludes, estabilidad.**

## ABSTRACT

In the exercise of the profession of civil engineering, the process of stabilization of slopes is sometimes a primary task before the execution of all types of edifications and in other cases due to the urgent need to protect existing structures in a situation of vulnerability to the danger of sliding of lands. Which requires all the deployment of our experience and analysis capacity to determine the most viable solution according to the nature of the problem that has to be faced, sometimes finding that the solution is in the same place where the engineers are ready to execute major works or provide solutions for the benefit of humanity.

In this case, in the outskirts of the city of Lima is located the La Fortaleza de Manchay Sector in the Pachacamac district, where exist a large number of dwellings in imminent danger due to the presence of unstable slopes, becoming a situation that demands the Deployment of all our ingenuity as future civil engineers. We often hear the opinion of experts in urban planning about this chaotic situation and their conclusions are summarized that these families must be relocated, but there are thousands and it is almost impossible to pay due attention to all of them, meanwhile they are at the mercy of many risks of seismic and structural character.

As a solution to the problem of landslides in the study area, the Project of this thesis implements the use of gabions, whose purpose is the improvement of the stability of slopes both in the safety factors and soil mechanics, providing protection to the dwellings and existing roads, avoiding the occurrence of personal and material damages.

The implementation of gabions is very frequent in our country, there are several types of them and their use is according to the circumstances; for this case it has been concluded that the box type gabion system is recommended for the treatment of slopes in vulnerable dwellings in the La Fortaleza de Manchay Sector in the Pachacamac district and it is expected that with its application it will contribute to the solution of similar problems at the national level.

**Keywords:** Gabions, vulnerability, slopes, stability

## **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1 Realidad problemática

En el ámbito internacional la problemática de viviendas ubicadas en zonas vulnerables por la presencia de taludes inestables ha derivado en la ocurrencia de eventos catastróficos que ha traído como consecuencia grandes pérdidas materiales, humanas y daños ambientales, como los ocurridos en Sichuan (China) y Guatemala.



**Figura N°1:** El deslizamiento de tierras de un talud sepultó 05 viviendas en el poblado de San Pedro Soloma, Ciudad de Guatemala, causando el fallecimiento de 12 personas.

Nuestro país no ha sido ajeno a la ocurrencia de desastres por deslizamientos de tierras, en los últimos años han sido muy frecuentes esta clase de eventos naturales que se incrementaron con la presencia del fenómeno del Niño Costero, reportándose el colapso de laderas y taludes en los departamentos de Huancavelica, San Martín, Apurímac, Cusco y otros, que han activado la alarma de los organismos bajo cuya responsabilidad está la prevención de desastres, debido a la existencia de varias poblaciones en zonas de alto riesgo.



**Figura N°2:** Deslizamiento afectó centro educativo en Huancaray – Apurímac

Asimismo, en el plano local, las viviendas situadas en zonas de vulnerabilidad, han ido en incremento y en forma exorbitante en las últimas décadas en nuestra ciudad capital. Sobre todo en los distritos periféricos con gran concentración de pobladores de escasos recursos económicos, condición que normalmente los obliga a realizar invasiones de terrenos afectados por taludes inestables que carecen de las condiciones mínimas de habitabilidad y seguridad, poniendo en riesgo la vida y las viviendas de sus habitantes. Ante esta situación, la acción de las entidades encargadas de la vigilancia y protección de las áreas de riesgo es casi nula, a pesar que cuentan con un Plan Urbano donde estas áreas están indicadas como áreas intangibles por ser de alto riesgo.

El presente proyecto de investigación centra su preocupación en la problemática del Sector La Fortaleza de Manchay ubicado en la Zona 05-Quebrada de Manchay, altura del Km. 1.5 de la Avenida Víctor Malásquez en el distrito de Pachacamac, que es un asentamiento humano establecido en una depresión producto de la explotación de metales no metálicos (agregados de construcción), por lo cual las viviendas están rodeadas de taludes que se constituyen en un peligro latente por deslizamientos de tierras y caídas de rocas que muchas veces han puesto en peligro las viviendas e integridad física de sus pobladores y que por tal condición necesita de una propuesta técnica inmediata y la participación de la autoridad local para evitar la ocurrencia de algún desastre que ponga en peligro esta población.



**Figura N°3:** Deslizamiento afectó vivienda en el Sector La Fortaleza de Manchay – Distrito Pachacamac

Cabe resaltar que esta zona fue declarada como Zona Intangible y de Recreación Pública mediante Acuerdo de Consejo N° 029-2003-MDP/C de la Municipalidad Distrital de Pachacamac, y en su oportunidad se recomendó la reubicación de las viviendas ubicadas en ese lugar, debido al haberse constituido en un área de alto riesgo por haber sido anteriormente zona de extracción de materiales y por lo cual se le denominaba “Hueco”. No obstante mediante Acuerdo de Consejo N° 009-2011-MDP/C, se acordó dejar sin efecto la intangibilidad en merito a la evaluación de riesgos expedida por INDECI, mediante el cual se determinó el Riesgo Medio, recomendándose entre otros puntos la realización de proyectos de estabilidad de taludes.

Desde entonces las dirigencias del mencionado sector al no contar con los fondos propios necesarios para la ejecución de sus proyectos de muros de contención, han venido realizando gestiones ante el gobierno regional y central y muchas veces sus esfuerzos han resultado infructuosos debido a su condición de informalidad que han impedido la viabilidad de sus proyectos, al contar con el saneamiento físico legal y la aprobación de la habilitación urbana. La autoridad local tampoco ha podido brindar el apoyo necesario debido a que su presupuesto es muy limitado y no logra satisfacer la gran demanda de infraestructuras propuestas en su mayoría de concreto armado, las cuales son de muy alto costo.

Ante estas limitaciones es preciso esbozar otras opciones estructurales que concentren un alto nivel de desarrollo de trabajo, sencillez constructiva, puesta en servicio y costo atractivo. El tipo de estructura de contención que cumple con lo formulado anteriormente tiene su particularidad en el muro de gavión, tal como Olmos (2011, p.p. 100) lo anota:

*“Los muros de gaviones presentan algunas ventajas frente a los muros más tradicionales de gravedad, como son su bajo costo, su adaptabilidad al terreno, montaje fácil y rápido, y no precisan de mano de obra especializada”.*

El presente proyecto de investigación titulado: Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay–Pachacamac - 2018, se erige como una solución a los problemas de vulnerabilidad física de las viviendas ubicadas en las proximidades de taludes inestables, dado que en algunos

casos los muros de algunas viviendas están soterrados soportando el empuje lateral del terreno, por lo que la implementación de gaviones es una solución idónea para la contención de estos materiales garantizando seguridad estructural dado que en su desempeño cumplen con los requerimientos de estabilidad exigidos en estructuras de contención, tal como Olmos (2011, p.p. 100) lo afirma:

*“Los muros de gaviones son estructuras de contención diseñadas para trabajar por gravedad, mejor dicho que usan su propio peso y parte de la masa del suelo que se incorpora a la estructura, para brindar estabilidad”.*

Finalmente este proyecto de investigación busca difundir los beneficios del uso de gaviones en el tratamiento de taludes inestables en las viviendas ubicadas en zonas vulnerables, contando para esto con todo el respaldo científico y de muchas construcciones de este tipo alrededor del mundo que demuestran que cumplen una función de seguridad estructural, sus costos no son elevados, el impacto al medio ambiente es bajo y ofrece un aporte paisajista.

## **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 En el ámbito internacional**

Piñar Venegas, Rafael (2008). En la tesis titulada **“Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m<sup>3</sup>”**, para optar el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción – Costa Rica; el objetivo fue estabilizar taludes inestables próximos al proyecto de la urbanización La Estefanía, ubicada en El Carmen de Guadalupe. La metodología empleada comenzó con un estudio bibliográfico relacionado a las estructuras de gaviones y simultáneamente se participó activamente en la construcción de dos muros de esta naturaleza en la Empresa Gaviones Bekaertp, para dotar de experiencia en la ejecución de futuras obras de construcción de muros de gaviones. Se obtuvieron como resultados que los factores de seguridad contra el volcamiento están entre 3.58 y 8.45 y que la utilidad estimada del proyecto es en un 50%. Las conclusiones a que se llegó fue que es importante contar previamente con un estudio de suelos, las mallas constituyen el 75 % del valor general del proyecto, la facilidad constructiva y economía son peculiaridades de los muros de gaviones, es fundamental

la aplicación de geo textil para asegurar la filtración y finalmente que los asentamientos en exceso no afectaran la puesta en servicio de las estructuras de gaviones del proyecto La Estefanía.

Morassutti F., Gian Franco (2013). En la tesis titulada “**Manual de Diseño de estructuras flexibles de gaviones**”, tesis para optar el grado de Doctor en Ingeniería Civil – Venezuela. Su objetivo fue lograr un documento técnico de fácil comprensión, donde se logren los pasos necesarios para realizar el diseño y ejecutar la construcción de una infraestructura de gaviones acorde a las circunstancias que se muestren en la práctica ingenieril. La metodología empleada fue la selección y análisis minucioso del material bibliográfico, producción del manual con un contenido teórico breve y algunos comentarios prácticos. Se obtuvo conclusión que el manual de Diseño de Estructuras Flexibles en Gaviones será una herramienta efectiva de consulta y asistencia en las investigaciones, para los alumnos y técnicos de la Ingeniería Civil.

Chanquín Gómez, Edy Rolando (2004). En la tesis titulada “**Diversas aplicaciones de gaviones para la protección y estabilización de taludes**”, tesis para optar el grado de Ingeniero Civil – Guatemala. El objetivo fue dar resultados a la edificación y rehabilitación en taludes con riesgo de caer. Las conclusiones fueron: los efectos de las lluvias, intemperie, deforestación, escoriación y otros hacen perder la estabilidad de un talud, es necesario contar con datos de entrada y el suficiente conocimiento e información acerca del origen y clases de fallas que devienen del movimiento de tierras, las estructuras a base de gaviones resultan un recurso recomendable y seguro, para estabilizar y proteger los taludes ya que estos son estructurales versátiles, flexibles, permeables, durables y de bajo costo, las estructuras de gaviones es una de las tecnologías que más se recomienda para el tratamiento de taludes en carreteras, los costos de los gaviones y piedras para el llenado de las canastillas tiende a variar dependiendo de la ubicación del proyecto.

### **1.2.2 En el ámbito nacional**

García Tapia, Jhonathan (2017), en la tesis titulada “**La estabilidad de taludes y la transitabilidad en la carretera longitudinal de la Sierra, Provincia de Chota – Cajamarca 2017**”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil – Perú; el objetivo fue dar presentar una alternativa estructural con muros de gaviones y mejorar el tráfico

vehicular o de transporte en la carretera longitudinal de la sierra, provincia de Chota estabilizando el talud mediante la construcción de muros de gaviones. El método empleado en este estudio fue del tipo aplicada, nivel explicativo y diseño no experimental. Las conclusiones fueron: se diseñó una estructura de gavión para brindar estabilidad al talud evitando que la carretera no sea obstruida debido al deslizamiento de taludes inestables que normalmente la afectan; los materiales del talud están compuestos mayormente por gravas arcillosas que aparentan ser piedras de gran tamaño, es una opción viable en la zona y que garantiza la seguridad de tránsito y logra reducir los costos con respecto a otras estructuras de gravedad ya que las piedras de canto rodado conforman el 90% del muro y se ubican muy próximas a la obra.

Paucar Llancari, Juan y Pari Ccencho, Héctor (2014), en la tesis titulada **“Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500, afectada por la erosión del Río Lircay”**, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil – Perú, su objetivo fue plantear una solución técnica para el intervalo de la carretera Ocopa - Anchonga-Km 06+500 deteriorado por la erosión del río Lircay. Las conclusiones fueron: Como resultado del cálculo del muro de gavión se llegó a la conclusión que cumple con la comprobación de volteo, deslizamiento y presión del terreno, en cuanto a los análisis de costos y su comparación con otras estructuras de gravedad o voladizo se concluyó que el muro de gavión además cuenta con otras ventajas como es el bajo costo de los insumos dado que las rocas y piedras se ubican en las cercanías de la obra, la mano de obra a emplear no es especializada y el empleo de gaviones no deteriora el medio ambiente.

Lujan López, José Luis (2017), en la tesis titulada **“Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017”**, tesis para obtener el título de Ingeniero Civil – Perú; el objetivo fue la mejora de la resistencia a la erosión del río Huaycoloro mediante el uso de gaviones. La metodología empleada se basó en las formalidades de la metodología de investigación y cumpliendo las pautas exigidas por el área de investigación de la Universidad Cesar Vallejo. La investigación fue del tipo aplicada, Nivel Explicativa y diseño cuasi experimental. Se obtuvo como resultado que la implementación de gaviones cumple con las normas de seguridad al deslizamiento y volcamiento y mejora las defensas ribereñas disminuyendo los riesgos de desbordamiento y

ocurrencia de nuevos eventos. Se concluye que construir el muro de gaviones mejora la protección ribereña del Río Huaycoloro, se tiene una mejora en la defensa de 20.25% en el índice de resistencia a la erosión y en la socavación en un 27.83% cumpliendo con el RNE.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Variable dependiente: Estabilidad de taludes**

Según Gerscovich, Denise M.S. (2015, p.p. 95) La finalidad del análisis de estabilidad de taludes reside en la evaluación de la posibilidad de ocurrencia de deslizamientos de masas de suelo presentes en un talud natural o artificial.

Según Braja (2013, p.p.334) Este procedimiento, denominado *análisis de estabilidad del talud*, involucra determinar y comparar el corte que se desarrolla en toda la extensión donde probablemente ocurre la falla con la resistencia del suelo al corte.

Analizar la estabilidad de un talud no es una labor fácil, debido a que evaluar variables tales como la estratigrafía del terreno y sus parámetros de resistencia al corte *in situ* puede tornarse en una labor muy dificultosa. La filtración a través del talud y la selección de una superficie de desplazamiento potencial incrementan la dificultad al problema.

Asimismo el análisis de estabilidad de taludes solo se aplica al talud en su composición natural sin el impulso de los efectos negativos producidos por la lluvia, viento o sismo. Por otro lado tal como lo indica Gerscovich, para la evaluación de un análisis de taludes es importante contar con datos obtenidos de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos con respecto a parámetros como el ángulo de fricción interna y la cohesión de los materiales que constituyen el talud, cuyos valores son datos tanto para el cálculo del esfuerzo cortante como de la resistencia media del suelo al corte, resultados que al ser comparados definen el factor de seguridad de estabilidad del talud.

Según Gerscovich (2015, p.p.335). Por lo general, en los estudios de estabilidad

de taludes se aplica la siguiente metodología:

- Definición de la topografía del talud
- Definición de las sobrecargas que se aplicarán sobre el talud en caso de que existan.
- Ejecución de la investigación de campo (exploración del subsuelo) para definir la estratigrafía e identificar los elementos estructurales (geológicos) en profundidad y los niveles freáticos.
- Definición de los sitios de extracción de muestras inalterables.
- Definición de las condiciones críticas del talud, considerando diversos momentos de vida útil de la obra.
- Ejecución de ensayos de caracterización, resistencia al corte y deformación (para análisis de esfuerzos).
- Análisis de resultados de los ensayos para determinar los parámetros del proyecto.
- Adopción de métodos de dimensionamiento para obtener el factor de seguridad respecto de esfuerzos y deformaciones.

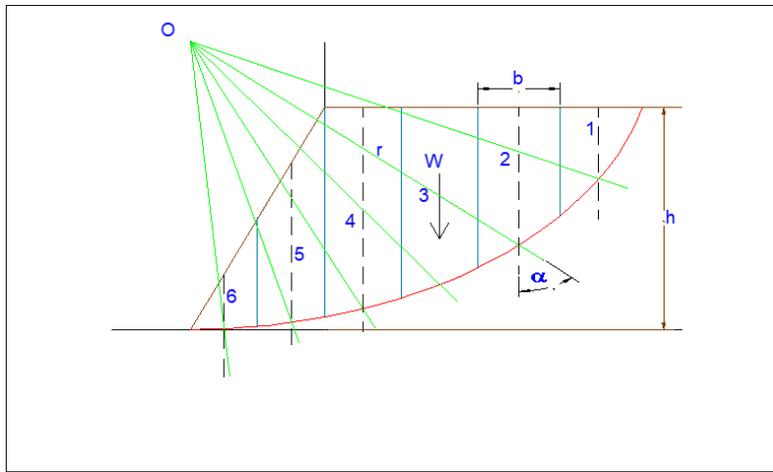
La calidad del proyecto depende de la confiabilidad tanto de las exploraciones de campo como de laboratorio y la capacidad del proyectista para interpretar los resultados experimentales, definir los parámetros del proyecto y, principalmente, analizar los escenarios posibles que puedan alterar las condiciones de asistencia al corte o reducir los factores de seguridad.

### **1.3.2 Factor de Seguridad.**

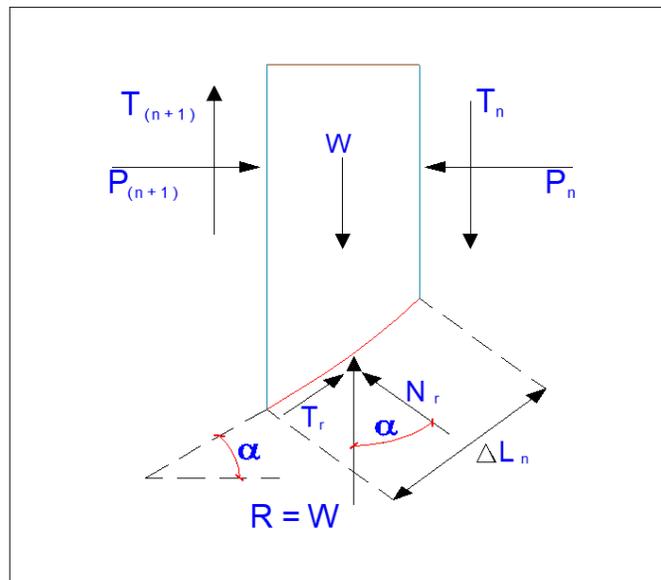
Según el Instituto Tecnológico Geo minero de España (1991, pp. 372) El factor de seguridad de la estabilidad de taludes queda admitido luego del análisis del problema en forma global considerando matices y particularidades que convergen. Además se debe tener en cuenta que en el estudio de cualquier talud (y muy particular en la ingeniería geotécnica), a menudo se consideran aproximaciones y por lo tanto se generan incertidumbres, por la complejidad del suelo y la carencia del conocimiento completo de las condiciones en que pueda encontrarse el subsuelo.

Según Braja (2013, pp.362). El análisis para establecer el Factor de Seguridad

mediante el empleo del método de las dovelas o rebanadas consiste en determinar un arco de círculo como el trayecto donde ocurrirá la falla. El suelo que se ubica sobre el plano de falla es dividida en varias tajadas en forma vertical cuyos anchos no necesariamente tienen que ser los mismos. Luego se procede a determinar las fuerzas actuantes en cada dovela (Fig N° 5) como son el peso del suelo de esa dovela ( $W$ ), la fuerza normal ( $N_r$ ) y tangencial ( $T_r$ ) de la zona de Reacción ( $R$ ) y asimismo se consideran las fuerzas que actúan a los lados tanto en forma horizontal y vertical provenientes de las dovelas contiguas ( $T_n, T_{n+1}, P_n, P_{n+1}$ ), fuerzas que son difíciles de determinar, por lo tanto se asume que estas resultantes son iguales y que sus líneas de acción tienen coincidencia.



**Figura N°4:** Esquema del Método de dovelas o rebanadas (elaboración propia).



**Figura N°5:** Fuerzas actuantes en cada dovela (elaboración propia).

El cálculo del factor de seguridad de la estabilidad del talud mediante la teoría de las dovelas o mediante la Fórmula de Fellenius, está dada por:

$$FS_s = \frac{\sum[\frac{c \cdot b}{\cos \alpha} + \tan \phi (W1 \cdot \cos \alpha - u \cdot b / \cos \alpha)]}{\sum W1 \cdot \sin \alpha}$$

Dónde:

- FSs** = factor de seguridad del suelo.
- b** = base o ancho de la dovela
- c** = cohesión.
- Φ** = ángulo de fricción interna
- α** = ángulo formado entre la línea proyectada desde el centro del círculo que pasa por la intersección formada entre la línea central de la dovela con la línea del círculo de falla.
- W1** = peso de la dovela
- u** = presión del agua en la parte inferior de la dovela.

El método de Fellenius o de las dovelas en los procesos de cálculo para analizar la estabilidad de un talud, continúa siendo el de mayor uso hasta la actualidad. Por ello, en esta investigación se ha empleado este método para calcular el factor de seguridad del talud en su estado natural, por su procedimiento simple, adaptabilidad a cualquier forma de superficie de deslizamiento, combinación de materiales y porque se basa en los 3 parámetros del suelo (densidad, cohesión y ángulo de fricción) datos con los que cuenta este estudio. El Factor de Seguridad del talud en su estado natural obtenido mediante este método tiene por finalidad ser comparado con el FS después de la implementación de gaviones

Según Gerscovich (2015, p.p.95). Por lo general el análisis del factor de seguridad de un talud se obtiene relacionando los esfuerzos cortantes movilizados ( $\tau_{mov}$ ) con la resistencia al corte ( $\tau_f$ ). Y está dado por:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_{mov}} \left\{ \begin{array}{l} > 1 \rightarrow \text{obra estable} \\ = 1 \rightarrow \text{ocurre la falla del talud} \\ < 1 \rightarrow \text{no tiene significado físico} \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \text{Este planteamiento se denomina} \\ \text{\textit{determinístico}} \text{ pues establece un} \\ \text{un valor numérico para el FS.} \end{array} \right.$$

Asimismo Gerscovich (2015, p.p.97), recomienda la Norma brasileña NBR 11682 (ABNT 2008) para considerar valores del Factor de Seguridad admisible ( $FS_{adm}$ ), cuyos valores son los siguientes:

**Tabla 1.** Factores de seguridad mínimos para deslizamientos

Nivel de seguridad contra daños Materiales y ambientales	Nivel de seguridad contra el daño a la vida humana		
	Alto	Medio	Bajo
Alto	1.5	1.5	1.4
Medio	1.5	1.4	1.3
Bajo	1.4	1.3	1.2

Estos valores tienen en cuenta los niveles de seguridad establecidos para el proyecto.

Los valores usados como Factor de Seguridad por lo general proceden de la experiencia empírica o práctica por lo cual están tabulados y contemplados en las normas de algunos países, como la enunciada en el párrafo anterior; la cual ha sido tomada como referencia en el presente estudio para considerar un Factor de Seguridad de 1.5 como un valor aceptable para el diseño de un talud estable.

### 1.3.3 Mecánica de suelos

Consiste en el manejo de principios de mecánica e hidráulica para resolver las dificultades presentadas en el campo de la ingeniería que frecuentemente se encuentra con la presencia de sedimentos y otros depósitos como consecuencia de la disgregación mecánica o la desintegración química de las rocas, aisladamente si contiene o no material orgánico. (Terzaghi, 2016).

El estudio de suelos desarrollado de manera correcta es imprescindible para asegurar la seguridad y estabilidad de todo tipo de taludes, ya que si el informe no refleja las características y capacidad portante real del suelo que conforma el talud, puede inducir al error al proyectista encargado del diseño de la fundación al aplicar cálculos que no corresponden a un determinado tipo de terreno y que puede traer como consecuencia el colapso de las estructuras de contención a aplicar causando daños irreparables e incluso de vidas humanas. Se debe tener estricto cuidado en que el especialista que suscribe estos informes sea un profesional de reconocida experiencia y debidamente acreditado en estudio de mecánica de suelos, debido a que representa un dato de entrada vital a tener en consideración al momento de aplicar el tipo y profundidad de

fundación de la obra a ejecutar, en mi caso las estructuras de contención de tierras en base a gaviones.

En nuestro país los ensayos de geotécnicos está basado en los métodos de Terzaghi y está regida por la Norma E-050 en su capítulo de suelos y cimentaciones y su aplicación es mínima para lograr que las estructuras ejecutadas cuenten con las condiciones de estabilidad y duración, promoviendo así el manejo racional de los recursos.

#### **1.3.3.1 Ventajas de la construcción en ladrillo**

Es la tenacidad que ofrece el suelo al desplazamiento producido por el rozamiento creado entre las superficies de unión de las partículas y de su densidad. Los suelos granulares poseen mayores superficies de contacto y además porque sus partículas poseen ángulos (Crespo, 2004, p.p. 45).

El ángulo de fricción personifica en sí el ángulo de rozamiento del suelo mediante una representación matemática y es determinado mediante ensayos de corte directo. En él se puede medir el ángulo de reposo máximo de cierta cantidad de material granular. En la determinación del ángulo de reposo intervienen la fricción, cohesión y el tamaño de las partículas.

Se aplica la Norma ASTM D. 3084-02 para la determinación del ángulo de fricción.

#### **1.3.3.2 Cohesión:**

Es la condición por la cual las partículas del suelo se conservan agrupadas debido a las fuerzas internas, que se someten a la cantidad de puntos de contacto que cada partícula tiene con las partículas contiguas. Por consiguiente, cuanto más pequeñas o finas sean las partículas del suelo estudiado entonces la cohesión será superior (Crespo, 2004, p.p. 41).

También se puede deducir que los efectos de las fuerzas moleculares y contenido de humedad contribuyen a la atracción de las partículas siendo las arcillas los materiales más cohesivos. Los parámetros de la cohesión de suelos se determinan mediante los ensayos de corte directo que consiste en la colocación de las muestras entre una caja inferior y otra superior sobre la cual se aplican gradualmente pesos, cuya finalidad es determinar el grado de resistencia a la rotura de las muestras. Los parámetros de cohesión de muestras mediante ensayos de corte directo se

determinan por la medición de alturas entre estas dos cajas y se representan en Kg/cm<sup>2</sup>.

Es de aplicación la Norma ASTM D.1556 para la medición de la cohesión de los suelos.

#### **1.3.3.3 Peso Específico:**

El peso específico de los sólidos es una propiedad índice que se debe establecer para todo tipo de suelo, debido a que este valor actúa en casi todos los cálculos concernientes con los estudios de suelos, en forma relativa, con los diversos valores establecidos en el laboratorio se les puede clasificar. (Crespo Villalaz, 2004 p.p. 49).

#### **1.3.3.4 Granulometría:**

La granulometría tiene como concepto, la clasificación de las distintas dimensiones de las partículas de un suelo, indicado mediante un porcentaje en proporción con el peso total de la muestra seca. (Granulometría de Suelos, 2012).

El procedimiento más usual para medir los tamaños de las partículas es el tamiz que consta de una columna de bandejas con orificios de diferentes diámetros dispuestos de mayor (tamiz de 3”) a menor (tamiz N° 200), en el cual se incorpora la muestra representativa del suelo estudiado, material que previamente ha sido secado, separado y pesado. La muestra pasa por cada una de las bandejas hasta el tamiz de menor diámetro, luego se pesan los materiales retenidos en cada tamiz determinándose su porcentaje en relación del total de la muestra. Luego de obtenidos estos datos se procede a la elaboración de la curva granulométrica para su posterior interpretación.

Las Normas aplicables en nuestro país para el procedimiento de los ensayos de laboratorio granulométrico son la ASTM D.420 y E-050.

#### **1.3.4 Variable Independiente: Gaviones.**

La palabra gavión proviene del idioma italiano (gabbioni) cuya traducción al español significa jaula. Yepes (2016, p.p. 94).

Los gaviones están conformados por unidades de aspecto prismático y de corte

cuadrado, rectangular, o cilíndrica, confeccionados con mallas de alambres, distribuidos mediante secciones por medio de láminas internas del mismo tipo de mallas y llenados con piedras o bloques de rocas. *Corporación de Desarrollo Tecnológico* (2004, p.p. 63)

El muro de gavión constituye una estructura de retención que se diseña para desempeñarse por gravedad, ya que utilizan su propio peso y parte de las masas del suelo que se agrega a la estructura, para brindar estabilidad. Olmos (2011, p.p. 100).

### **1.3.5 Composición del gavión**

#### **1.3.5.1 Alambre.**

Según la *Corporación de Desarrollo Tecnológico* (2004, p.p. 64). Todo el alambre usado en la confección de los gaviones tipo caja y en las técnicas de amarre y atirantamiento durante la etapa de construcción, debe ser de acero dulce recocido en correspondencia a las especificaciones de cualquiera de las normas siguientes:

- ASTM A641M-98
- NBR 8964
- NB 709-00

#### **Revestimiento del Alambre.**

Según la *Corporación de Desarrollo Tecnológico* (2004, p.p. 64). Todo el alambre que se destine a la fabricación de los gaviones tipo caja y en los procesos de amarre y atirantamiento durante el proceso de construcción de muros, debe ser galvanizado con sistema tradicional (zincado) o de aleación zinc-aluminio, teniendo en consideración las especificaciones siguientes:

Para los materiales de galvanizado tradicional:

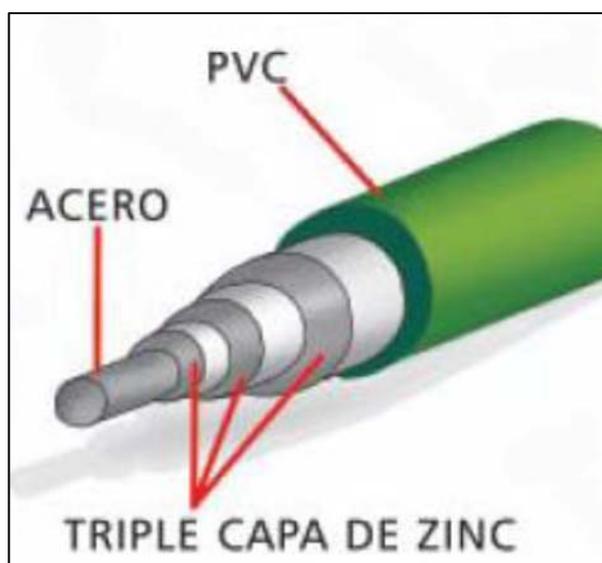
- ASTM A641 galv. Class 3
- B.S.S. 443/1982 “Zinc Coating on Steel Wire”
- BEKAERT AS-03-10
- Pureza del Zinc: El alambre se galvanizará según el procedimiento de inmersión en un baño de zinc fundido con una pureza mínima del 99,95% en peso.

Para los Materiales con Aleación Zinc-Aluminio:

- ASTM A856M-98, Clase 80
- NB. 709-00

#### **Recubrimiento del alambre.**

Según la *Corporación de Desarrollo Tecnológico* (2004, p.p. 65). De acuerdo a las especificaciones del proyecto, el alambre galvanizado deberá contar con una cobertura de compuesto termoplástico a base de PVC, con las características iniciales en concordancia con las especificaciones de la NBR 10514 y de la ASTM 975.



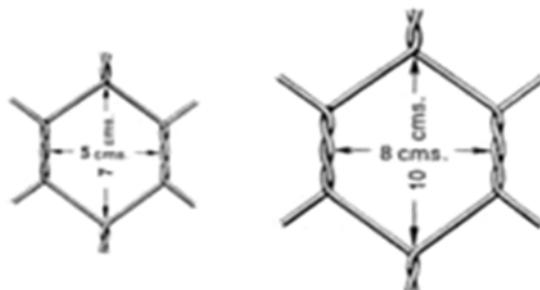
*Figura 6: Recubrimiento de la malla de gaviones. Prodac (2004).*

#### **1.3.5.2 Malla.**

Según la *Corporación de Desarrollo Tecnológico* (2004, p.p. 65). La red debe ser en malla hexagonal de doble torsión, obtenida entrelazando los alambres por tres veces media vuelta, de acuerdo con las especificaciones de las normas:

- ASTM 975-97
- NBR 10514
- NB 710-00
- NP 17 055 00

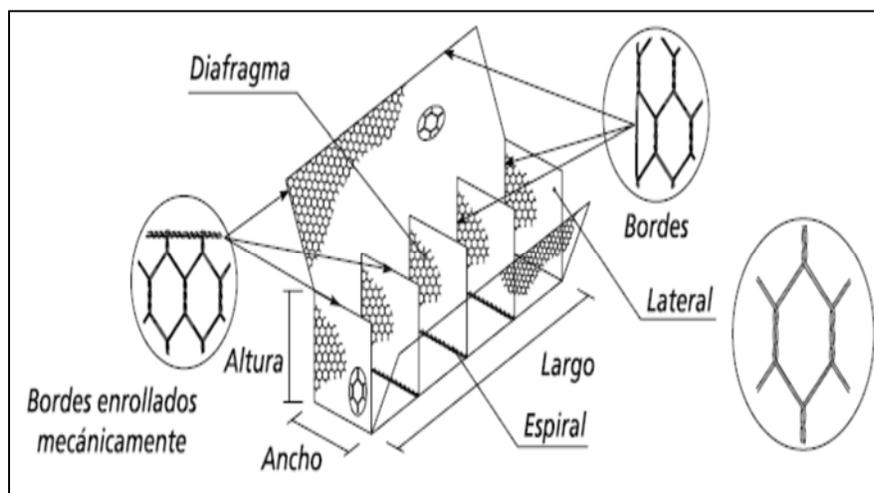
La conformación de la malla debe ser de forma hexagonal y las aberturas nominales que se especifican de acuerdo al fabricante como 8x10 u 8x12.



*Figura 7: Dimensiones de la malla de gaviones. Maccaferri (2008).*

### 1.3.5.3 Unidades de Gaviones tipo Caja

Según Maccaferri (2008): Estas unidades tienen una gran ventaja porque constan de unas piezas independientes plegables, que pueden ser transportados sin mayor problema en lugares de inaccesibilidad vehicular, son instalados en obra siguiendo las indicaciones de diseño con respecto a alineamiento, pendiente, dimensiones y el proceso constructivo indicados en los planos o bajo directivas del Ingeniero a cargo, teniendo en cuenta a lo especificaciones plasmadas en la norma.



*Figura 8: Gaviones tipo caja. Elementos constituyentes. Maccaferri (2008).*

Las dimensiones de los gaviones tipo caja están estandarizadas, guardando una correspondencia entre su largo, ancho y altura, normalmente el largo es múltiplo de 1.00m. Como ejemplo se muestra la siguiente tabla:

**Tabla 2.** Dimensiones estándar de los gaviones tipo caja

Dimensiones Estándar			Volumen m <sup>3</sup>	Diafragmas
Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)		
1.00	1.00	0.50	0.50	-
2.00	1.00	0.50	1.00	1
3.00	1.00	0.50	1.50	2
4.00	1.00	0.50	2.00	3

*Fuente: Defensa fluviales con gaviones metálico.*

### 1.3.6 Diseño estructural de los muros de gaviones

Según Camargo, Jaime (2001, p.p. 114) Los esfuerzos que ejercen presión sobre un muro de retención producen su deslizamiento o volcamiento. La resistencia del terreno de fundación es muy importante, al igual que el carácter del relleno, los cuales pueden variar desde una grava bien drenada hasta una arcilla muy plástica. El procedimiento del cálculo de las magnitudes, direcciones y punto de aplicación de los esfuerzos que afectan la estructura, a menudo tiende a constituirse en una labor muy laboriosa y complicada, por ello es recomendable la consulta de material bibliográfico de consulta relacionado a este tema.

En el diseño de los muros de retención se pueden considerar los muros de gaviones con pared exterior escalonada o pared exterior vertical. Si bien es cierto, los muros con pared exterior vertical prestan estética y ocupan menos espacios para la estructura, tienden a presentar falla si la altura del talud rebasa los 6.00 metros; en este caso es recomendable considerar un ángulo de inclinación de 6° contra el talud y de esta manera generar una resistencia adicional a los empujes de los suelos.

El diseño tiene como procedimiento el dimensionamiento del muro, análisis tanto del empuje activo como pasivo y finalmente la verificación del factor de seguridad contra el desplazamiento y volcamiento.

En el cálculo del empuje activo, normalmente es de aplicación los principios de Coulomb ya que comprende una diversidad de casos que han sido puestos en práctica y sus resultados garantizan la estabilidad de las estructuras de gaviones.

El empuje activo está dado por la siguiente fórmula:

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 [1 + 2h_s/H] - 2K_a^{1/2} CH.$$

Dónde:

H: altura donde actúa el empuje.

$\gamma$ : Peso específico del suelo

$K_a$ : coeficiente de empuje activo.

$h_s$ : sobrecarga de un relleno sobre el muro de retención

C: cohesión

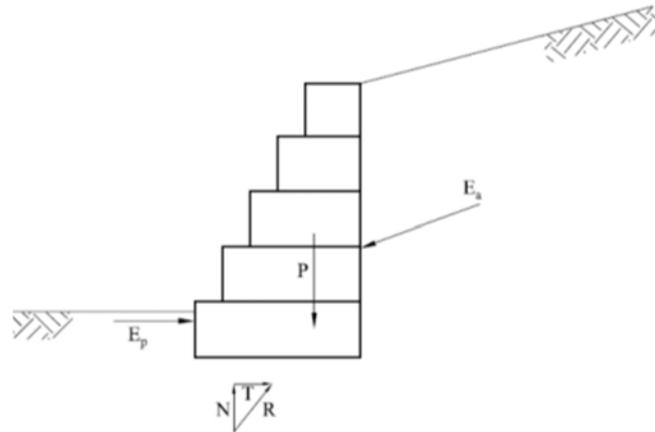
El empuje pasivo, viene a ser la resistencia del suelo que se ubica en la parte anterior al muro frente al desplazamiento horizontal, siempre en cuando la estructura del muro descanse en un nivel inferior a la superficie, para el cálculo se utilizará el método de Rankine.

El empuje pasivo está dada por la siguiente fórmula:

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \cos i + 2K_p^{1/2} Ch.$$

Dónde:

h: altura del suelo anterior al muro.



**Figura 9:** Empuje activo y pasivo del muro. Maccaferri (2008).

### 1.3.6.1 Coeficiente de seguridad al volcamiento.

Para que el muro se pueda considerar estable es necesaria la verificación de que las fuerzas que actúan horizontalmente no produzcan un efecto de volcamiento y con esta finalidad se establece un factor de seguridad de 1.5 para materiales de baja cohesión y de 2.0 para materiales cohesivos.

El coeficiente de seguridad de seguridad contra el volcamiento está dado por:

$$Cv = \frac{Mr}{Mv}$$

Dónde:

Cv: Coeficiente de volteamiento.

Mr: Momento resistente

Mv: Momento de volteo

### 1.3.6.2 Coeficiente de seguridad al deslizamiento.

Las estructuras de contención deben prever una estabilidad adecuada contra los deslizamientos por consiguiente se debe verificar que las fuerzas actuantes (horizontales) no produzcan sobre la estructura un efecto contrario y con esta finalidad se establece un factor de seguridad de 1.5 para materiales de mínima cohesión y de 2.0 para materiales cohesivos.

El coeficiente de seguridad de seguridad contra el deslizamiento está dado por:

$$CD = \frac{[(W + Ev) \cos \beta + Eh \operatorname{sen} \beta] \tan \phi + (W + Ev) \operatorname{sen} \beta + CB}{Eh \cos \beta}$$

Dónde:

Cv: Coeficiente de deslizamiento.

W: Peso propio de la estructura

$\beta$ : Inclinación del muro con la vertical

Eh: Empuje horizontal del Ea.

Ev: Empuje vertical del Ea.

C: Cohesión.

B: Ancho de la base del muro.

### 1.3.7 Términos básicos o referenciales.

**Coeficiente de fricción:** Es el ángulo de rozamiento entre cada una de las partículas del suelo.

**Cuña de ruptura:** Porción de suelo que adopta la forma de una cuña cuando falla.

**Curva Granulométrica:** Es la presentación gráfica de la granulometría que nos facilita un enfoque exacto de la distribución de dimensiones del agregado a usar. Se

consigue al graficar en abscisas los logaritmos de las rendijas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que son los retenidos o recolectados.

**Curva de Nivel:** Es una línea que se forma mediante la intersección del terreno con un plano horizontal originándose una cota, su finalidad es unir varios puntos de cota similar.

**Diseño:** Del italiano disegno, este término concierne a un boceto o bosquejo que se elabora en el proyecto, ya sea en forma mental o en un soporte material, antes de materializar la producción de algo.

**Estacado:** Es la indicación material de los puntos en el terreno a través de estacas que indican una posición.

**Estructuras de gaviones:** Son construcciones conformadas por gaviones y colchones amarrados unos a otros y que conforman una estructura monolítica.

**Estudios Topográficos:** Son los trabajos de campo que se ejecutan para establecer las peculiaridades topográficas de un terreno, la alineación, ancho, pendientes y secciones transversales de la vía, de ellos dependen los resultados que se alcancen para el cálculo de volúmenes para movimiento de tierras.

**Gavión:** Dispositivo conformado por una caja de malla de alambre galvanizado o recubierto con PVC, encerrada por todos los lados y reforzada con el mismo alambre. Son estructuras que tienen como cualidad fundamental la de soportar empujes a través de su propio peso, cumpliendo así una función estructural.

**Granulometría:** Consiste en la medición de granos de los suelos para lo cual se emplea el tamizado el cual se realiza teniendo en cuenta las especificaciones técnicas.

**Material de Cantera:** Es el agregado que cumple con las especificaciones técnicas para ser utilizadas la ejecución de las obras y para lo cual se toma en consideración su cercanía para que sea económicamente rentable.

**Mejoramiento:** Acción y efecto de mejorar, para lo cual se implementan cambios con la finalidad de mejorar una infraestructura.

**Metrado:** Es cuantificar mediante partidas de los diferentes parámetros de cantidad para la ejecución de un obra.

**Mitigación de los Impactos Negativos:** Es la disminución de vulnerabilidad o la disminución de los perjuicios producidos por la ejecución de una obra, y son esbozadas para aminorar los daños causados y/o mejorar el área y/o medio ambiente,

en el que se ha realizado las obras propias del camino. Es importante que la mitigación forme parte de un expediente técnico y asimismo del presupuesto de inversión.

**Muro de Contención:** Es una Estructura de retención de tierras que permite la estabilización de taludes y laderas.

**Perfil:** Representación gráfica del corte del terreno y es una sección perpendicular del terreno o trazo.

**Talud:** Inclinación o declive de un muro o de un terreno.

## **1.4 Formulación del problema**

Reside en formular el problema mediante una interrogativa, quiere decir mediante una pregunta, de tal manera que estimule una respuesta coherente y precisa.

La formulación como inicio, o etapa más relevante del procedimiento de la investigación, presume ostentar una base teórica y otra empírica con relación al tema de la investigación, para que en el proceso metodológico sea factible de operacionalización. (Carrasco, 2017, p.p. 99).

Por consiguiente es recomendable plantearse más de una pregunta que expresen claramente los aspectos que se desconocen y que serán el punto de partida de nuestra investigación.

### **1.4.1 Problema general.**

- ¿De qué manera la implementación de gaviones mejora la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018?

### **1.4.2 Problemas específicos.**

- PE1 ¿De qué manera la implementación de gaviones mejora la mecánica de suelos en la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018?
- PE2 ¿En qué medida la implementación de gaviones mejora el factor de seguridad en la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018?

## 1.5 Justificación de la investigación.

La presente investigación “Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018” logra su justificación en el aspecto constructivo, de seguridad estructural y costos, para lo cual se toma en consideración los siguientes:

- I. Conveniencia:** El tema en estudio es de mucha utilidad y debe prestar la atención de los profesionales dedicados a la industria de la construcción, porque brinda soluciones inmediatas, prácticas y económicas al problema de tratamiento de taludes inestables, prestando seguridad estructural a las zonas vulnerables ocupadas por viviendas, carreteras, riberas de ríos y otros. Asimismo se reducen los gastos por mantenimiento periódico, su uso no significa daños al medio ambiente e incluso asociándola a un programa de arborización adecuado para estas estructuras puede contribuir al paisajismo.
- II. Relevancia social:** Se busca beneficiar a las poblaciones afectadas y de escasos recursos económicos mediante la aplicación de soluciones inmediatas a sus problemas de vulnerabilidad física por presencia de taludes inestables, que muchas veces les impide realizar sus proyectos de saneamiento físico legal, servicios básicos de agua y desagüe, tendido eléctrico, transitabilidad entre otros.
- III. Justificación económica:** El empleo de los muros de contención de gaviones, se traduce en considerables ahorros de costos debido a la sencillez en su proceso constructivo pues no amerita mano de obra especializada, el costo de los insumos y equipos a emplear son bajos y su puesta en uso no genera mayores gastos por mantenimiento.
- IV. Aporte Teórico:** Existe muy poca información y publicaciones relacionadas al empleo de muros de gaviones en diseño de estructuras sísmicas a pesar que su uso es de larga data, por lo que esta investigación busca contribuir a la generación de material de estudio mediante la recopilación de datos y nuevas tecnologías relacionadas al tema en el ámbito de la ingeniería.

**V. Aporte Práctico:** Este proyecto de investigación debe verse reflejado en su aplicación como guía en la ejecución de estructuras sísmicas mediante la implementación de gaviones como alternativa viable en el tratamiento de taludes inestables y mediante su práctica buscar el perfeccionamiento de su uso.

**VI. Aporte Metodológico:** En él se plasma la secuencia y uso de los métodos o técnicas empleadas en mi proyecto de investigación y que me han permitido seleccionar de manera acertada el material teórico y los instrumentos que darán validez a la solución al problema que he planteado.

## **1.6 Hipótesis de la investigación**

Según García (2013, p. 76): Es una conjeturada transcrita como una afirmación en relación de un objeto que tendrá que someterse a prueba. Una aseveración sin pruebas que quiere erigirse en tesis, delimitando sus argumentos. Es necesario advertir que la hipótesis, como afirmación, puede constituirse en una afirmación o negación de algún objeto de estudio.

### **1.6.1 Hipótesis general.**

- HG: La implementación de gaviones mejora la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018.

### **1.6.2 Hipótesis específicas.**

- HE1 La implementación de gaviones mejora la mecánica de suelos en la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018.
- HE2 La implementación de gaviones mejora el factor de seguridad en la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018.

## **1.7 Objetivos de la investigación**

### **1.7.1 Objetivo general**

- Determinar como la implementación de gaviones mejora la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018.

### **1.7.2 Objetivo específico**

- OE1 Determinar como la implementación de gaviones mejora la mecánica de suelos en la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018.
- OE2 Determinar como la implementación de gaviones mejora el factor de seguridad en la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Tipo de investigación**

Según Arias (2012, p.p. 22), menciona que la investigación aplicada crea un conocimiento nuevo, este puede estar enfocado a ampliar las supuestas conjeturas de un establecido ciencia este puede ser una investigación pura o básica; por otro lado puede dar una solución rápida a los problemas.

El tipo de la investigación del título: “Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac – Lima – 2018”, es aplicada, porque haré uso de métodos ya conocidos que no pueden ser modificadas y muy por el contrario son de fiel cumplimiento en la solución del problema planteado.

## **2.2. Nivel de investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.p.95) sostienen que el nivel explicativo no solo se centraliza en la descripción de los hechos sino que se propone a revelar las causas, el porqué, de los fenómenos (sociales o físicos).

El nivel de la presente investigación es Explicativa, dado que su único objeto es exponer la causa y efecto de la conducta de mi variable dependiente (estabilidad de taludes) en función de otra variable independiente (gaviones).

## **2.3. Diseño de investigación**

Según Borja (2012, p.p.28) La investigación no experimental se funda en la captación de datos evitando adulterar los valores de las variables, quiere decir tal y como se presentan las variables en la realidad.

El diseño del proyecto de investigación es No experimental dado que mis variables, gaviones y estabilidad de taludes, no pueden ser manipuladas, no obstante mediante la consulta con materiales de investigación acerca del comportamiento de los fenómenos y estudios de ingeniería, es posible dar solución al problema planteado.

Según Carrasco (2017, p.p.72) Transeccional o transversal. Este diseño normalmente es usado para elaborar estudios de investigación de hechos y fenómenos reales en un intervalo de tiempo.

El diseño de este proyecto de investigación también es transeccional, ya que para la recolección de la información solo empleo un lapso de tiempo, que será desde abril hasta julio del año 2018.

## **2.4. Variables y operacionalización**

### **2.4.1. Variables**

#### **2.4.1.1. V1: Variable dependiente**

##### **Estabilidad de taludes.**

Para la presente investigación, esta variable es dependiente de la implementación de gaviones ya que se exhibe como una solución idónea al problema de deslizamiento de tierras y que puede evitar pérdidas materiales e inclusive humanas ante la ocurrencia de algún evento catastrófico.

#### **2.4.1.2. V2: Variable independiente**

##### **Gaviones**

Esta variable es independiente debido a que es una de varias alternativas que se pueden aplicar en la solución de la estabilidad de taludes, pero que ha sido considerada como una solución idónea dado a las bondades de diferente índole que ofrecen las estructuras de gaviones.

### **2.4.2. Operacionalización de las Variables**

Según Arias (2012,p.p.62) asevera que esta enunciación es usada para expresar el procedimiento por el cual se transforma una variable de definición indeterminada a algo determinado, debido a que se puede observar y medir, en conclusión se logra definir la relación dimensión e indicador; generalmente se representa mediante una tabla.

**Tabla 3: Matriz de operacionalización de la Variable 1**

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>					
<b>VARIABLE DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Estabilidad de taludes.	<p>Según Gerscovich, Denise M.S. (2015, p.p. 95) La finalidad del análisis de estabilidad de taludes reside en la evaluación de la posibilidad de ocurrencia de deslizamientos de masas de suelo presentes en un talud natural o artificial.</p> <p>(Gerscovich, Denise M.S. “Estabilidad de taludes”. 1a Ed. 2015, p.p. 95)</p> <p>Este procedimiento, denominado análisis de estabilidad del talud, involucra determinar y comparar el corte que se desarrolla a lo largo de la superficie de ruptura más probable con la resistencia del suelo al corte. (Braja, M. Das. “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. 4ª Ed. 2013, p.p. 334)</p>	<p>La Estabilidad de taludes será comprobada mediante la medición de sus dimensiones a través de sus respectivos indicadores utilizando instrumentos como son los ensayos de laboratorio y ficha técnica.</p>	<p>Mecánica de suelos del talud</p> <p>Factor de Seguridad</p>	<p>-Ángulo de fricción</p> <p>-Cohesión</p> <p>-Peso específico</p> <p>-Granulometría</p> <p>-Resistencia del suelo al corte</p> <p>-Esfuerzo cortante promedio desarrollado</p>	<p>Ensayos de Laboratorio</p>



## **2.5. Población**

Según Oseda (2015, p.p.157) En una investigación la población está conformada por todos los sujetos del conjunto a los que se puede hacer extensivo el resultado de la investigación”.

Para ésta investigación, el universo poblacional está compuesto por 846.50 m. que corresponde al total de la zona vulnerable del Sector La Fortaleza de Manchay - Pachacamac que necesita de mejoramiento de estabilidad de talud mediante la implementación de gaviones, objeto del proyecto de investigación.

## **2.6. Muestra**

Para Bernal (2010, p.p.161) Es una fracción de la población que se separa, de la cual puntualmente se extraen las informaciones para el proceso del estudio y sobre la cual se aplicará la medición y la observación de las variables objeto de estudio.

Esta investigación se toma como muestra 80.00 m. en la zona vulnerable que necesita de mejoramiento de estabilidad de talud mediante la implementación de gaviones, objeto del proyecto de investigación.

## **2.7. Muestreo**

Según Valderrama (2013, p.p. 176) las muestras no probabilísticas son aquellas en la que “la selección de los elementos no obedece de la probabilidad, sino por motivos vinculados con las características de la investigación o las intenciones del investigador”.

En esta investigación corresponde un muestreo por conveniencia, debido a que se optó por la zona más representativa y la que mejor facilita el proceso del presente estudio y cuyos resultados garantizan su aplicación en forma satisfactoria al total de la población.

## **2.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.8.1. Técnicas de recolección de datos.**

Bernal (2010, p.p. 257) La observación, como técnica de investigación científica, es un procedimiento de rigor que admite comprender directamente, el propósito de la investigación para luego identificar y examinar las circunstancias dadas sobre la situación estudiada.”

Este proyecto de investigación empleará la observación como técnica de recolección de datos, para lo cual se realizarán visitas al área de investigación en el Sector La Fortaleza de Manchay, se realizarán las evaluaciones pertinentes para su posterior análisis.

### **2.8.2. Instrumentos de recolección de datos**

Para (Sampieri, 2015, p.p. 189). Los instrumentos de medición son los medios de las que se vale el investigador para anotar en forma efectiva la información o datos sobre las variables que tiene en estudio. De no ser así, nuestra medición es ineficiente.

Arias (2012, p.p. 68) indica que un recurso que coopera en la recolección, puede ser un formato en papel o digital y que es útil para acumular información se denomina instrumento. Las operaciones para la recolección de datos serán a través de levantamiento topográfico y ensayos de laboratorio que demostraran la incidencia de mis dimensiones sobre mis variables dependiente e independiente. Cada uno de los ensayos cuenta con sus respectivos instrumentos de medición.

En este caso se utilizarán los siguientes Instrumentos para los diferentes procedimientos que ayudan con la recolección de datos a utilizar en el proceso de la investigación de estabilización de taludes mediante la implementación de gaviones:



Figura. 10: Teodolito electrónico



Figura. 11: Máquina de corte directo



Figura. 12: Columna de tamices sobre la máquina de ensayo

### **2.8.3. Validez**

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.p. 200) puntualizan a la validez como el valor real en que un instrumento evalúa la variable que intenta medir.

El presente proyecto de investigación obtendrá su validez mediante los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos los cuales serán validados por técnicos expertos en la materia y serán quienes se encarguen de la certificación de los resultados de los ensayos realizados.

### **2.8.4. Confiabilidad**

Como Monje señala: “se trata de la capacidad del instrumento de generar datos o mediciones que expliquen la realidad que se intenta conocer, o sea, la precisión de la medición, así como la solidez de la medición en momentos distintos. (2011, p.p. 165).

En el presente proyecto de investigación se ha tenido cuidado que los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos se lleven a cabo en una entidad reconocida y confiable y cuya certificación descarte toda posibilidad de que los datos consignados no sean reales afectando los resultados, conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

Por consiguiente la presente investigación goza de confiabilidad para su aplicación en otros casos de estabilidad de taludes mediante la implementación de gaviones, por estar validada mediante certificaciones fidedignas de los resultados de ensayos de laboratorio.

## **2.9. Métodos de análisis de datos**

Arias (2012, p. 111) afirma que siguiendo esta orientación se evidencian los diferentes procesos a los que se sujetan los datos que se obtengan como son registro, calificación y tabulación; de otra manera las técnicas estadísticas y lógicas deberán ser determinadas ya que serán usadas para deducir lo que expresan los resultados recogidos.

Para dar respaldo a las hipótesis planteadas en la presente investigación será indispensable desarrollar trabajos de campo como el levantamiento topográfico del talud para determinar su volumetría y asimismo la excavación de calicatas con la finalidad de obtener muestras inalteradas para los ensayos de laboratorio, cuyos resultados constituirán los datos para desarrollar el método idóneo para los análisis de estabilidad del talud y el diseño estructural de muro de gaviones.

## 2.10. Estudios y ensayos realizados

### 2.10.1. Estudio Topográfico.

Se realizaron los trabajos topográficos de levantamiento de curvas de nivel del talud con un equipo de estación total, GPS (Garmin etrex 20x), prisma, wincha, participaron tres personas y el autor de esta tesis, se tomaron los puntos de coordenadas UTM a partir de un BM. Se elaboraron los planos de planta y de perfil longitudinal en secciones de cada 20m hasta una longitud de 80.00 m.



**Figura. 13:** Trabajos de campo. Levantamiento topográfico del talud en un tramo de 104.00 m. del margen derecho de la Avenida Víctor Malasquez Chacaltana, realizado el 27 de Octubre de 2018 cuya duración fue de 03 horas de trabajo.

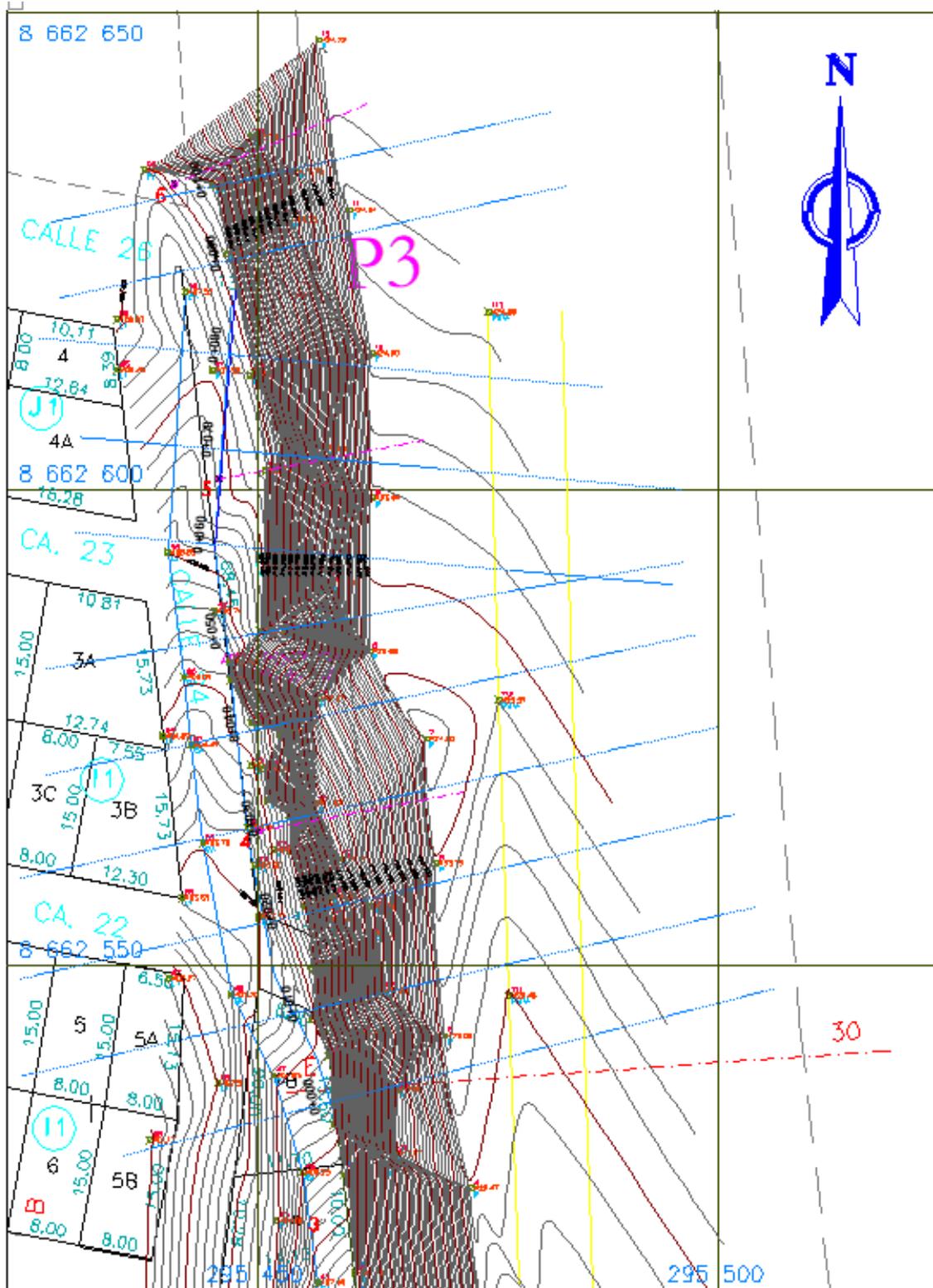


Figura. 14: Plano de Levantamiento topográfico (Elaboración propia)

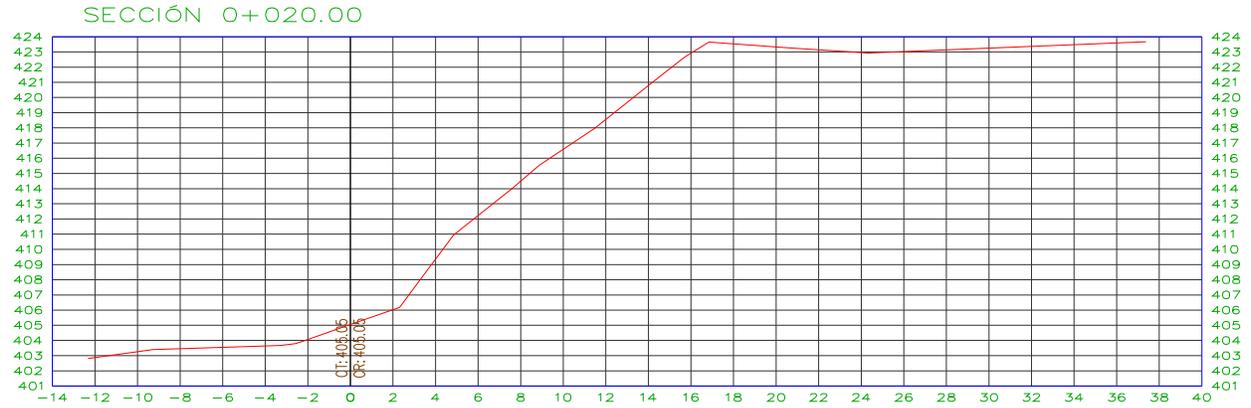


Figura. 15: Perfil topográfico cota 0+020.00

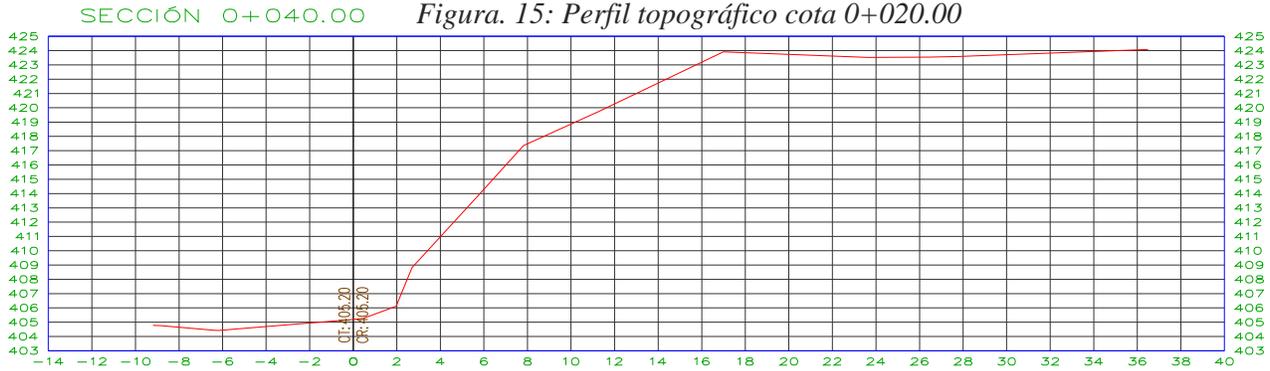


Figura. 16: Perfil topográfico cota 0+040.00

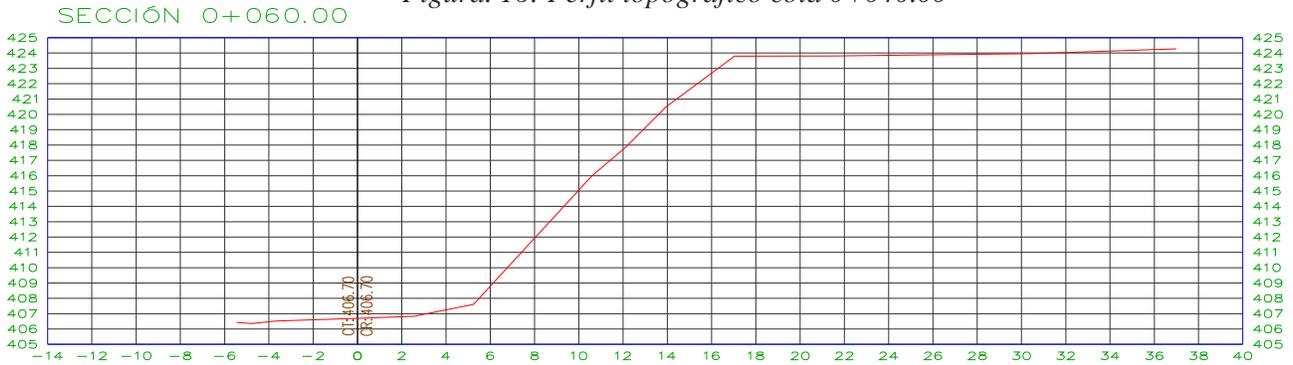


Figura. 17: Perfil topográfico cota 0+060.00

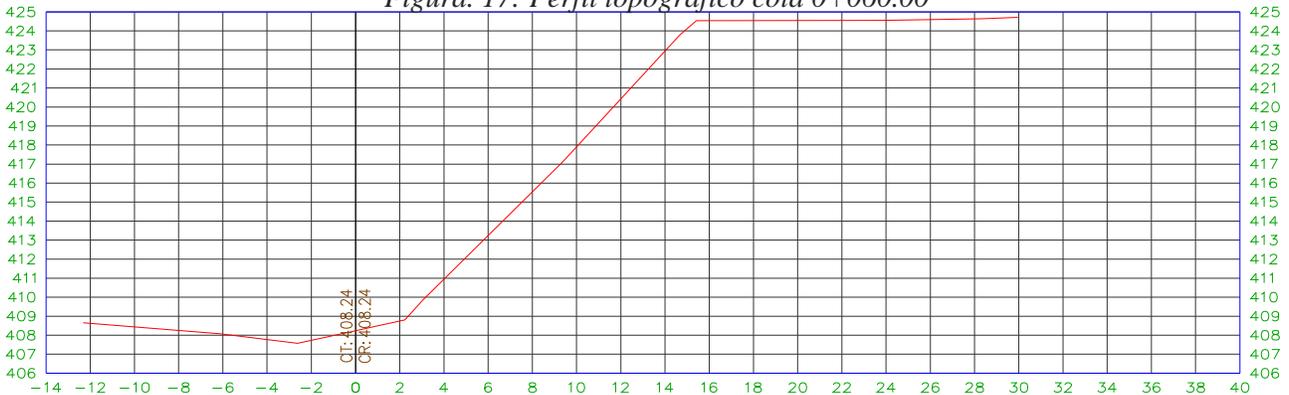


Figura. 18: Perfil topográfico cota 0+080.00

### **2.10.2. Excavación de calicatas.**

Con el objeto de obtener las muestras de suelos alterados para los ensayos de laboratorio y elaboración del perfil estratigráfico del suelo, se procedió a realizar la excavación de dos calicatas cuyas profundidades fueron de 3.00 m. de acuerdo a la Norma E-050, entre las Progresivas 0 + 020.00 y 0 + 080.00 del área de estudio.

Si bien es cierto la norma E-050 exige como mínimo tres puntos de investigación para la toma de tres muestras para los ensayos de laboratorio, solo una de ellas se tomará como representativa para los ensayos de corte directo para determinar el ángulo de fricción y cohesión, datos que servirán para los cálculos de todo el proyecto en su conjunto.

Asimismo para el estudio granulométrico en caso los depósitos de suelos no sean uniformes y contengan problemas especiales es obligatorio realizar como mínimo las caracterizaciones de suelos de tres calicatas, no siendo el caso del presente estudio ya que se verificó en campo que los suelos tienen idénticas características (suelos uniformes gravosos con un mínimo de material limo-arcilloso) tal como se demuestra en los informes de los dos estudios granulométricos adjuntos.

Por otro lado no se visualizó la presencia del nivel freático.

De las calicatas se extrajeron muestras alteradas (aproximadamente 10 kg. por calicata), las mismas que fueron transportadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos.



*Figura. 19: Excavación de Calicatas.*



Figura. 20-21: Excavación de Calicata 01.

**Tabla 5: REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

**CALICATA : C-1**

**Profundidad : 3.00 m.**

Profundidad (m)	Muestra N°	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGIA	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
		SUCS	AASHTO		
3.00	M-1	GP- GM	A-3		<p>Conglomerado (hormigón), suelo gravoso con fragmentos de roca rugosa angulosa de tamaño promedio de 9" en un 10%, mezcla de arena gruesa seca de color beige claro.</p> <p>La compacidad del estrato aumenta con la profundidad.</p>

Fuente: elaboración propia

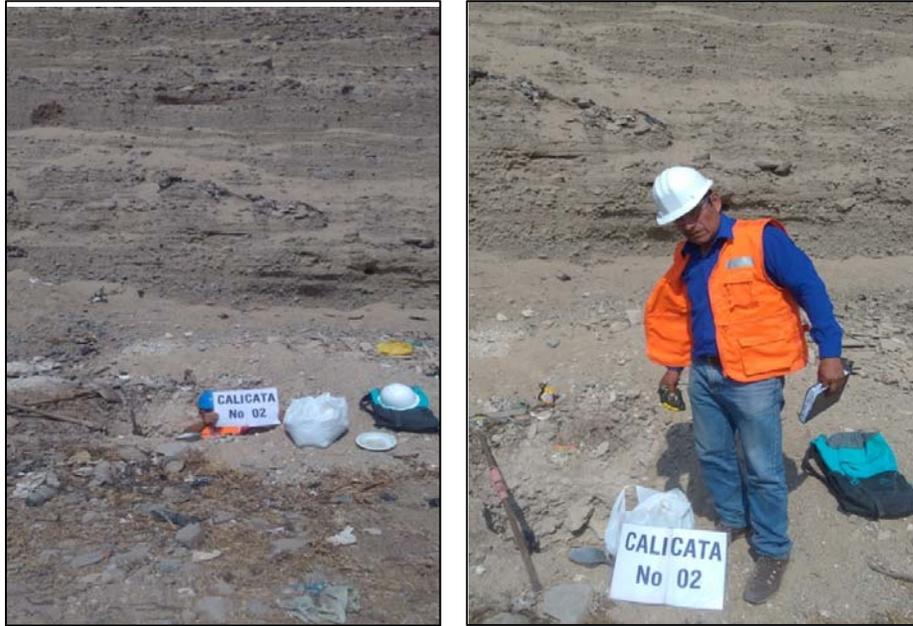


Figura. 22-23: Excavación de Calicata 02.

Tabla 6: **REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

**CALICATA** : **C-2**

**Profundidad** : **3.00 m.**

Profundidad (m)	Muestra N°	CLASIFICACIÓN		SIMBOLOGIA	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
		SUCS	AASHTO		
3.00	M-1	GP- GM	A-3		Conglomerado (hormigón), suelo gravoso con fragmentos de roca rugosa angulosa de tamaño promedio de 9” en un 10%, mezcla de arena gruesa seca de color beige claro. La compacidad del estrato aumenta con la profundidad.

Fuente: elaboración propia

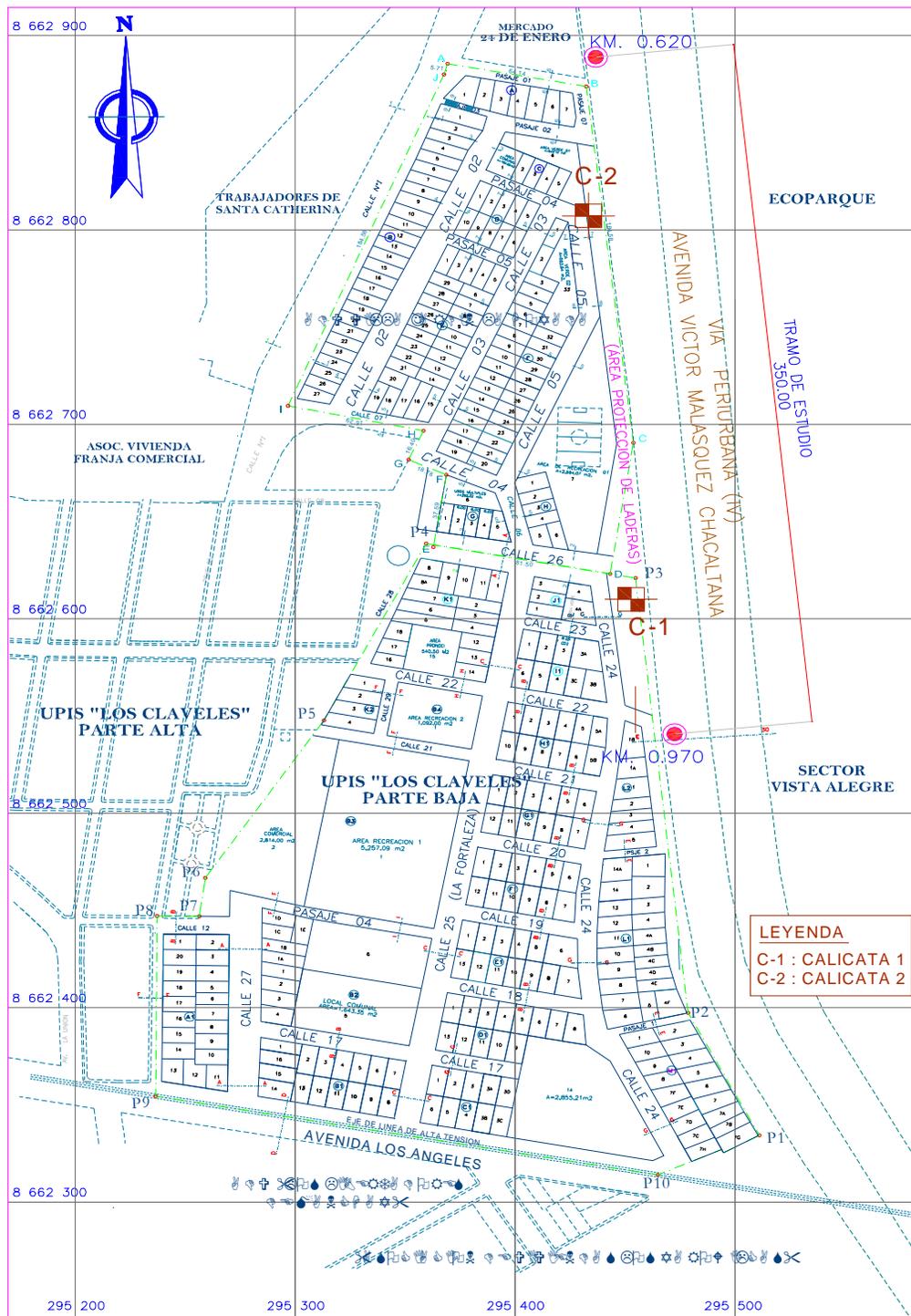


Figura. 24: Plano de Ubicación de Calicatas (Elaboración propia)

### **2.10.3. Ensayos de laboratorio.**

Los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos realizados fueron el Análisis Granulométrico por tamizado, según la Norma ASTM D-422 y el Ensayo de Corte Directo de acuerdo a la Norma ASTM D-3080, obteniéndose en ambos casos sus respectivas fichas técnicas con los datos necesarios para llevar a cabo los análisis de cálculo de estabilidad de taludes y calculo estructural del muro de gaviones.

#### **2.10.3.1. Ensayos de granulometría por tamizado (ASTM D 422).**

Se realizaron los ensayos de granulometría para clasificar el suelo del talud para lo cual se utilizó el sistema SUCS por ser el más recomendable en las obras de contención de taludes, ya que el sistema AASHTO es más usado en las obras de pavimentación.

Para este ensayo se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se tomó 2,500 g. de la muestra extraída de la Calicata 01, con la finalidad de realizar el “cuarteo” y así obtener una muestra representativa.
2. Se procedió al pesaje de la muestra representativa inicial y luego se realizó el lavado en la Malla N° 200 utilizando agua común con la finalidad de descartar los limos y arcillas.
3. Se colocó el recipiente con la suspensión suelo y agua en el horno por un periodo de 24 horas.
4. Al siguiente día procedió a retirar del horno el residuo ya seco y se le pesó.
5. Seguidamente se procedió a colocar el residuo en la columna de tamices, desde el tamiz de diámetro mayor de 1 ½” en la parte superior hasta el tamiz de diámetro menor N° 200 en la parte inferior y se procedió a agitar por el lapso de 10 minutos la columna de tamices con la finalidad que el material pase a través de las mallas.
6. Luego se procedió a retirar cada uno de los tamices y los materiales que quedaron retenidos en cada uno de ellos fueron pesados y anotados en un registro con datos de la muestra inicia, la muestra seca lavada y un cuadro con cuatro columnas donde se toman los datos del N° de tamiz, peso retenido en gr. , porcentaje retenido y porcentaje que pasa.
7. Finalmente con los datos obtenidos del estudio de tamizado se procedió a elaborar el grafico de la curva granulométrica.

## **Equipo utilizado**

- Juego de tamices con aberturas de 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.
- Balanza de sensibilidad 0.1 g.
- Horno de temperatura de 110 +/-5°C.

### **2.10.3.2. Ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080).**

La finalidad de este ensayo es para establecer el ángulo de fricción interna y la cohesión aparente del suelo, para su realización se instaló la muestra en el estado alterado por tratarse de suelos no cohesivos o suelos granulares. Pero para poder determinar esos parámetros necesitamos tres puntos o sea tres esfuerzos diferentes para analizar la envolvente de falla en una gráfica, para esto se emplearon los esfuerzos de 0.5 kg/cm<sup>2</sup> (W: 18,000 gr.), 1.00 kg/cm<sup>2</sup> (W: 36,000 gr.) y 2.00 kg/cm<sup>2</sup> (W: 72,000 gr.).

Para este ensayo se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. Se procedió a pasar la muestra por el tamiz N° 4 y luego se realizó el pesaje de esta arena seca de tal manera que se consiga suficiente material para realizar los tres ensayos solicitados.
2. Se ensambló cuidadosamente la caja de corte ajustando los tornillos de articulación fijando la caja en posición.
3. Se colocó en forma cuidadosa la arena en la caja de corte y se determinó el área de la muestra en 36cm<sup>2</sup> y se colocó el pistón de carga (incluyendo la piedra porosa) sobre la superficie del suelo. Se verificó la nivelación del pistón o bloque de carga.
4. Se aplicó la carga normal de 18,000 gr. para el primer esfuerzo de 0.5 kg/cm<sup>2</sup> y se colocó el dial para determinar el desplazamiento vertical.
5. Se separaron las dos partes de la caja de corte retirando los tornillos espaciadores que se encuentran en la parte superior de la caja de corte.
6. Se ajustó el deformímetro de medición del desplazamiento en cortante en cero.
7. Se saturó la muestra llenando la caja de corte de agua.
8. Se activó el funcionamiento de la carga horizontal (cortante) y se procedió a tomar lecturas del deformímetro de carga, del deformímetro de desplazamiento cortante y del deformímetro vertical (cambio de volumen).

Se repitió el mismo procedimiento para los otros dos ensayos de corte directo para los esfuerzos de 1.00 kg/cm<sup>2</sup> y 2.00 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.11. Aspectos éticos**

En el procedimiento de elaboración del presente estudio se ha tenido especial consideración a las indicaciones para la estructuración del proyecto de investigación y formatos exigidos por la Facultad de Ingeniería, cumpliéndose con la presentación de los avances al asesor de acuerdo a una programación definida. Se tuvo cuidado en el respeto a la normativa internacional con la finalidad de registrar las citas así como el material bibliográfico; la norma escogida por la universidad fue el ISO 690 y 690-2.

Dentro de las teorías relacionadas al tema se cumplió con consignar los datos del autor reflejando la propiedad intelectual de los textos citados. Del mismo modo en las citas parafraseadas, así como las tablas y figuras. Se cumplió con los procedimientos de validación y confiabilidad de los instrumentos, con la finalidad de que los resultados de la investigación gocen de confiabilidad en la solución del problema planteado.

Finalmente, debido a mi alineación ética, declaro que he dado cumplimiento a todos los lineamientos y juicios establecidos por la facultad de ingeniería en todo el proceso de desarrollo de mi proyecto de investigación.

### **III.RESULTADOS**

### 3.1. Descripción de la Zona de Estudio

#### 3.1.1. Ubicación

El terreno que ocupa el Sector La Fortaleza de Manchay está ubicado al Sur del AA.HH. Portada de Manchay II y el Mercado 24 de Enero, al Este del AA.HH. Portada de Manchay III, AA.HH. Portada de Manchay II-Ampliación Sector Los Ángeles, AA.HH. Portada de Manchay II-Ampliación Sector Las Mercedes y el Sector Villa Hermosa – Huertos de Manchay, al Oeste de la Avenida Víctor Malásquez Chacaltana desde el Km. 1 al Km 3 y al Norte el Sector Villa Hermosa – Huertos de Manchay.



Figura. 25: Ubicación Geográfica del distrito de Pachacamac

#### 3.1.2. Extensión y altitud

El Sector La Fortaleza está conformada por once asentamientos humanos: Villa Jardín La Hoyada, Trabajadores Santa Catherina, Franja Comercial, Upis Los Claveles Parte Alta, Upis Los Claveles Parte Baja, Los Libertadores de Manchay, Los Yarowilcas, Divino Jesús de Manchay, Los Girasoles de Manchay, Señor de los Milagros de Manchay y Filadelfia, ocupando un área total aproximado de 296,602.00 m<sup>2</sup>. (29.66 Has) y con un

perímetro de 2,821.80 m. de los cuales aproximadamente un 30% está afectado por la presencia de taludes al haber sido anteriormente una cantera de extracción de materiales No metálicos (agregados de construcción). La afectación también compromete a la Vía Peri Urbana Víctor Malásquez Chacaltana desde el Km. 1 hasta el Km hasta el Km 1.63. Y se encuentra a una altitud 416 a 424 m.s.n.m.

### 3.1.3. Acceso

El Sector La Fortaleza de Manchay tiene como acceso principal la Avenida Víctor Malásquez Chacaltana que se inicia en la intersección con la Carretera a Cieneguilla y la Vía de La Solidaridad denominada la Curva de Manchay, en la jurisdicción del distrito de Pachacamac, Provincia y Departamento de Lima.



Figura. 26: Ubicación de la zona de estudio (Fuente Google Earth)

## 3.2. Análisis de Resultados de la Variable Dependiente:

### 3.2.1. Mecánica de Suelos.

#### 3.2.1.1. Ensayo Granulométrico.

**MUESTRA N°: CALICATA N° 01**

Profundidad: 3.00m.

Coefficiente de:

Material:

-Uniformidad : 14.76

-Grava : 38%

-Curvatura : 4.09

-Arena : 59%

-Finos : 3%

FICHA TÉCNICA			
ENSAYO GRANULOMÉTRICO MECÁNICO			
Peso de la muestra inicial		605 gr.	
Peso de la muestra Seca lavada		603.50 gr.	
Tamiz N°	% retenido (Parcial)	% retenido (acumulado)	% que pasa
2"			100
1 ½"	5	5	95
1"	8	13	87
¾"	7	20	80
⅜"	8	28	72
4	10	38	62
10	19	57	43
20	19	76	24
40	11	87	13
60	5	92	8
140	4	96	4
200	1	97	3

Tabla 7: Ficha técnica de ensayo granulométrico Calicata N° 01 (Elaboración propia).

**Interpretación Calicata N° 01:** Se pudo determinar que el coeficiente de uniformidad es 14.76 y es mayor a 4 por lo tanto cumple, mientras tanto el coeficiente de curvatura es 4.9 y está fuera del rango entre 1 y 4 (no bien graduada), por lo tanto la

muestra está bien graduada y corresponde según la simbología SUCS, a un material tipo GW. Es de color beige claro con gravas angulares de 10 cm.

**MUESTRA N°: CALICATA N° 02**

Profundidad: 3.00 m.

Coefficiente de:

Material:

-Uniformidad : 39.91

-Grava : 54%

-Curvatura : 1.73

-Arena : 43%

-Finos : 3%

FICHA TÉCNICA			
ENSAYO GRANULOMÉTRICO MECÁNICO			
Peso de la muestra inicial		605 gr.	
Peso de la muestra Seca lavada		603.50 gr.	
Tamiz N°	% retenido (Parcial)	% retenido (acumulado)	% que pasa
3"			100
2"	10	10	90
1 ½"	9	19	81
1"	10	29	71
¾"	8	37	63
⅜"	9	46	54
4	8	54	46
10	13	67	33
20	13	80	20
40	9	89	11
60	4	93	7
140	3	96	4
200	1	97	3

Tabla 8: Ficha técnica de ensayo granulométrico Calicata N° 02 (Elaboración propia).

**Interpretación Calicata N° 02:** Se pudo determinar que el coeficiente de uniformidad es 39.91 y es mayor a 4 por lo tanto cumple, mientras tanto el coeficiente de curvatura es 1.73 y está dentro del rango entre 1 y 4 (bien graduada), por lo tanto en general la muestra no está bien graduada y corresponde según la simbología SUCS de un material tipo GW.

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

**MUESTRA MAB**

**CALICATA N° 01**

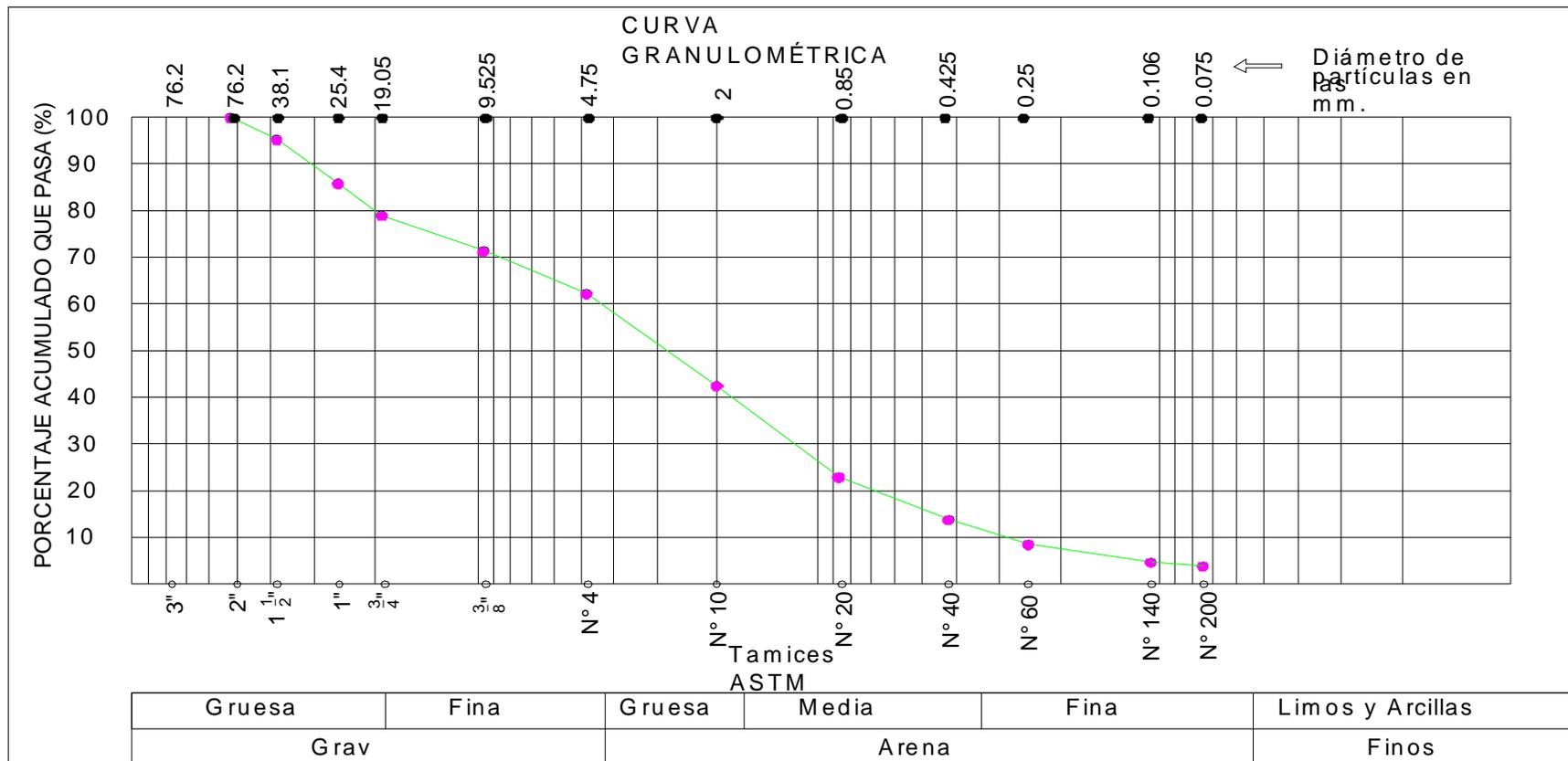


Tabla 9 Diagrama Curva granulométrica Calicata N° 01 (Elaboración propia).

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

**MUESTRA MAB**

**CALICATA N° 02**

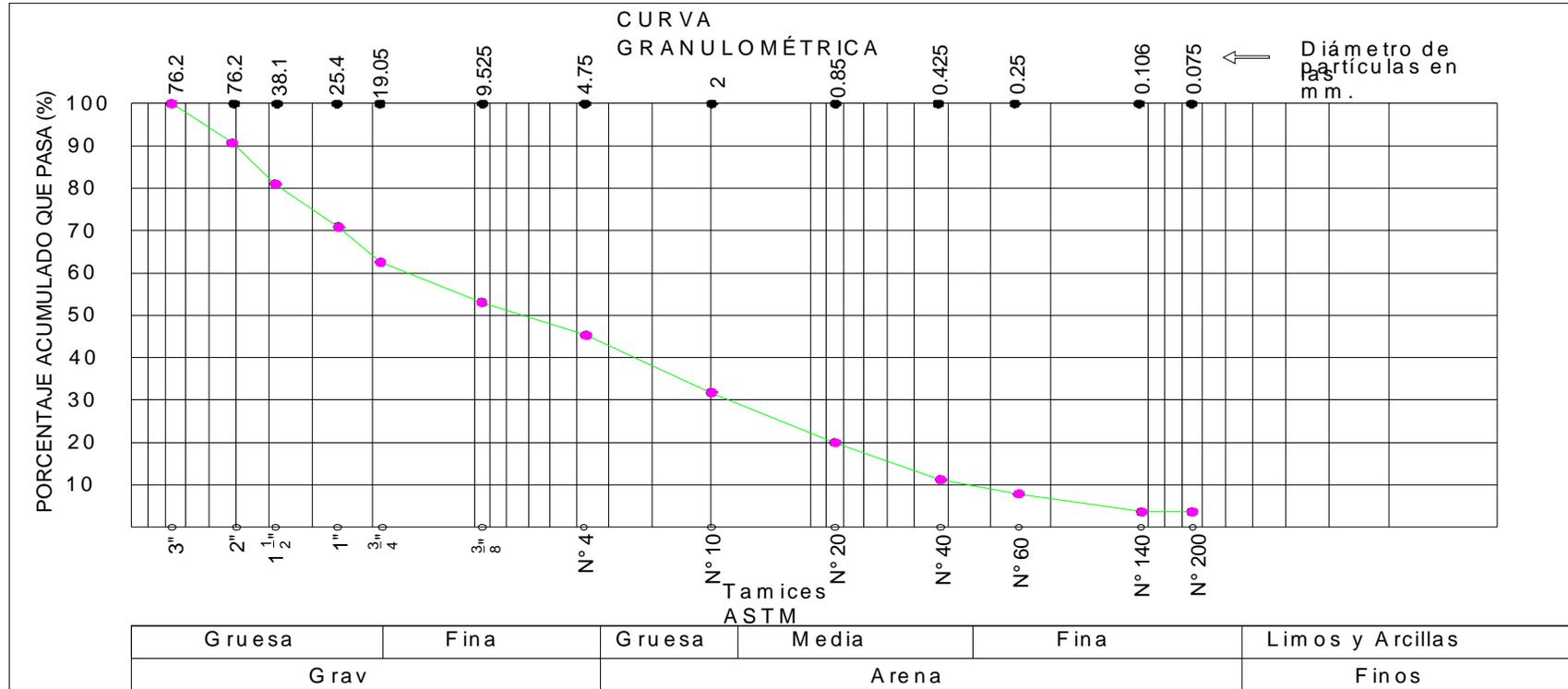


Tabla 10 Diagrama Curva granulométrica Calicata N° 02 (Elaboración propia).

**3.2.1.2. Ensayo de corte directo.**

**CALICATA : C-1**

**PROFUNDIDAD: 3.00 m.**

**FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DE 2018**

<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>			
Especimen	: A	B	C
Lado (cm)	: 6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	: 2.544	2.544	2.544
Densidad Seca (gr/cm <sup>2</sup> )	: 1.590	1.590	1.590
Humedad inicial (%)	: 0.78	0.78	0.78
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	: 0.50	1.00	1.50
<b>Deformación Unitaria (E - %)</b>		<b>Esfuerzo Cortante (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
0.5	0.06	0.12	0.17
1.0	0.11	0.17	0.30
2.0	0.16	0.27	0.47
3.0	0.22	0.38	0.63
4.0	0.26	0.45	0.75
5.0	0.29	0.54	0.92
6.0	0.31	0.65	0.95
7.0	0.32	0.70	0.99
8.0	0.34	0.72	1.02
9.0	0.33	0.71	1.00
10.0	0.32	0.69	0.97
11.0	0.29	0.66	0.94
13.0	0.26	0.63	0.92
15.0	0.23	0.59	0.88

Tabla 11 Pruebas de Corte Directo Calicata C-1 (Elaboración propia).

**Ángulo de Fricción Interna del Suelo ( ° ) 32.19**

**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>) 0.00**

**Interpretación Calicata C-1:** La falla se produce cuando se llega al 9% de la deformación unitaria para todos los esfuerzos cortantes de 0.5, 1.00 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>CALICATA</b>	<b>: C-1</b>	<b>MUESTRA: MAB</b>
<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN</b>	<b>: 32.19°</b>	
<b>COHESIÓN APARENTE DEL SUELO</b>	<b>: 0.00 kg/cm<sup>2</sup></b>	
<b>DENSIDAD SECA PROMEDIO (yd&lt;N° 4)</b>	<b>: 1.59 kg/cm<sup>2</sup></b>	
<b>HUMEDAD NATURAL</b>	<b>: 0.78 %</b>	

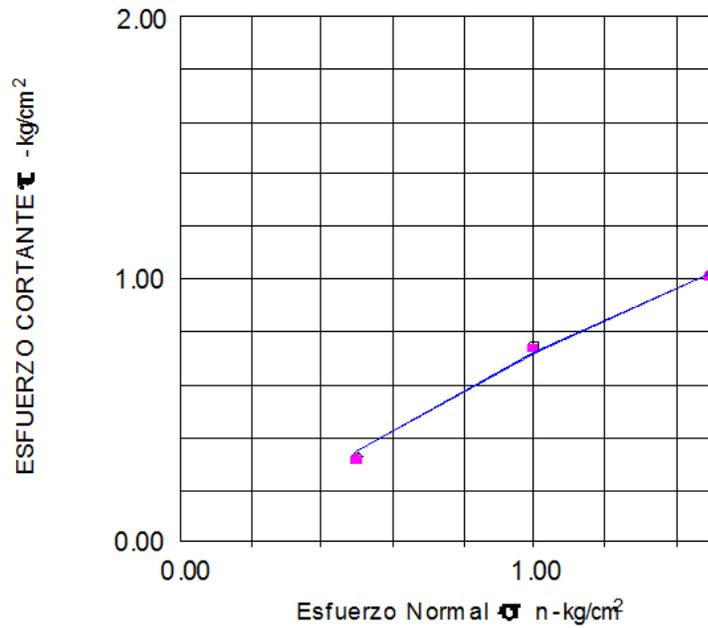
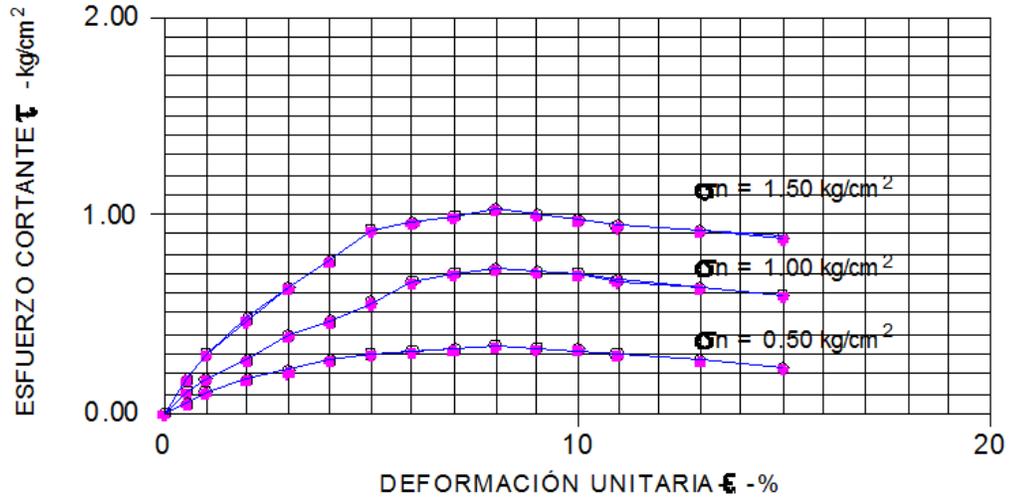


Tabla 12 Pruebas de Corte Directo Calicata C-1 (Elaboración propia).

**CALICATA : C-2**  
**PROFUNDIDAD: 3.00 m.**  
**FECHA : 19 DE NOVIEMBRE DE 2018**

<b>ENSAYO DE CORTE DIRECTO</b>				
Espécimen	:	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Lado (cm)	:	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	:	2.544	2.544	2.544
Densidad Seca (gr/cm <sup>2</sup> )	:	1.610	1.610	1.610
Humedad inicial (%)	:	0.97	0.97	0.97
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	:	0.50	1.00	1.50
<b>Deformación Unitaria</b>		<b>Esfuerzo Cortante</b>		
(E	-	%)	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
0.5		0.10	0.15	0.23
1.0		0.15	0.26	0.30
2.0		0.22	0.34	0.57
3.0		0.26	0.45	0.72
4.0		0.31	0.51	0.84
5.0		0.34	0.57	0.98
6.0		0.36	0.65	1.04
7.0		0.37	0.68	1.07
8.0		0.36	0.67	1.05
9.0		0.33	0.65	1.03
10.0		0.31	0.62	1.00
11.0		0.29	0.60	0.98
13.0		0.25	0.58	0.96
15.0		0.23	0.55	0.92

Tabla 13 Pruebas de Corte Directo Calicata C-2 (Elaboración propia).

**Ángulo de Fricción Interna del Suelo ( ° ) 33.02**  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>) 0.00**

**Interpretación Calicata C-1:** La falla se produce cuando se llega al 8% de la deformación unitaria para todos los esfuerzos cortantes de 0.5, 1.00 y 1.5 kg/cm<sup>2</sup>.

**CALICATA :** C-2 **MUESTRA: MAB**  
**ÁNGULO DE FRICCIÓN:** 33.02°  
**COHESIÓN APARENTE DEL SUELO:** 0.00 kg/cm<sup>2</sup>  
**DENSIDAD SECA PROMEDIO (yd<N° 4):** 1.61 kg/cm<sup>2</sup>  
**HUMEDAD NATURAL:** 0.97 %

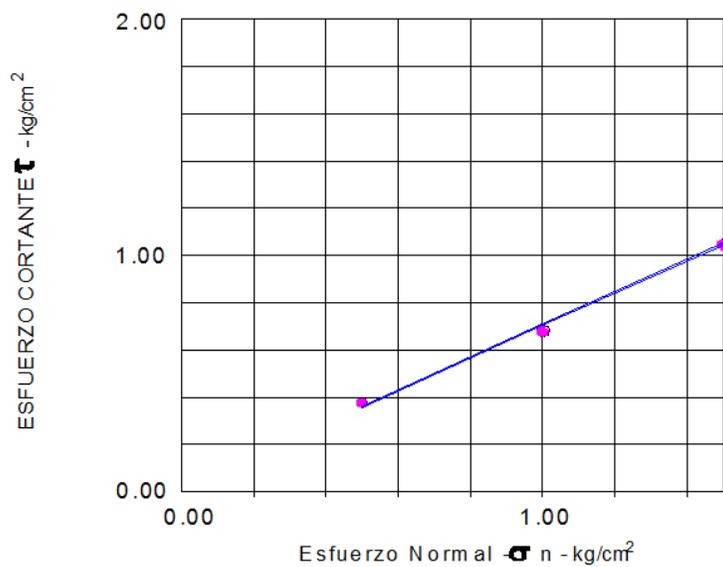
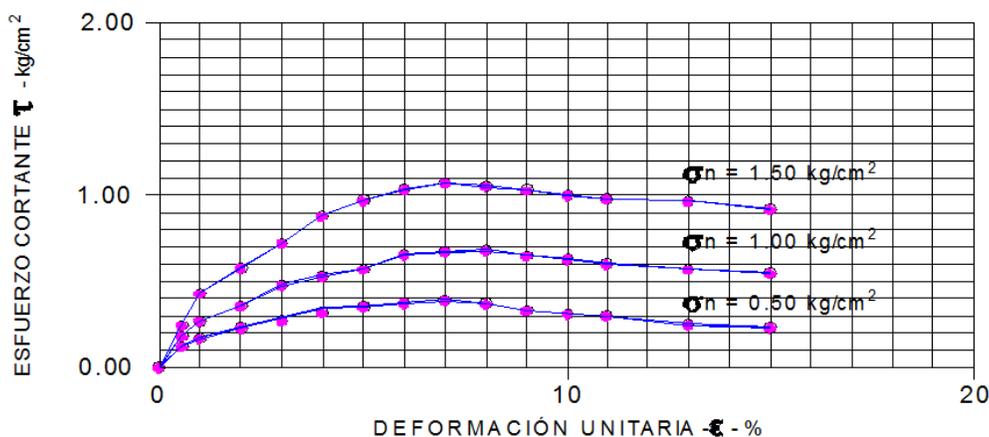


Tabla 14 Pruebas de Corte Directo Calicata C-2 (Elaboración propia).

### 3.2.2. Mecánica de Suelos.

#### 3.2.2.1. Cálculo del factor de Seguridad aplicando el Método de Fellenius o de dovelas para el talud en la Progresiva: 0 + 020.00.

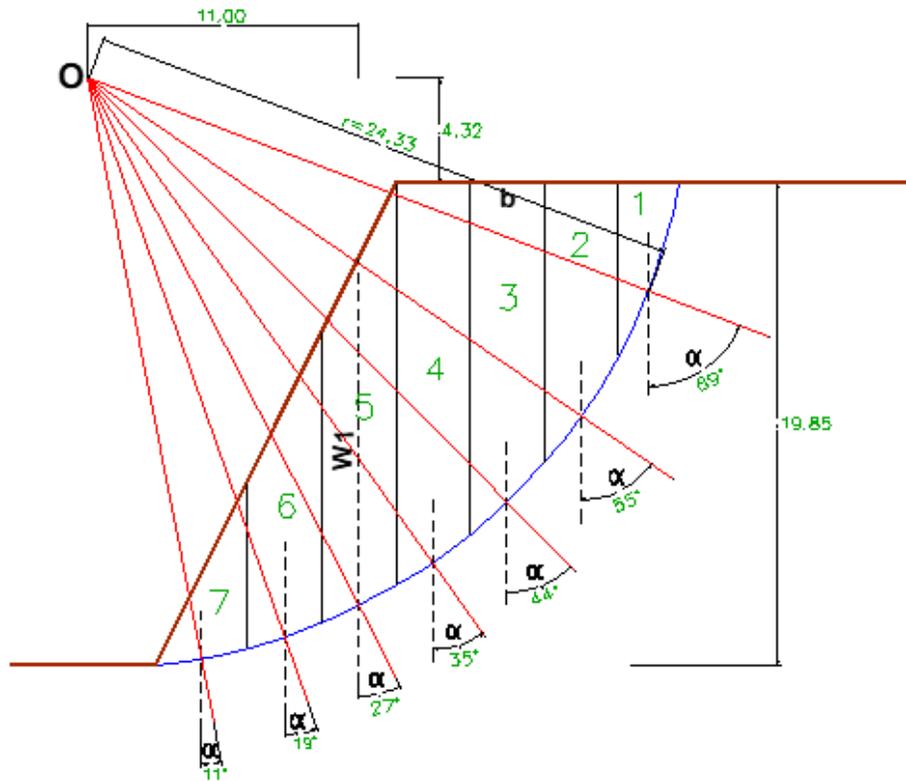


Figura. 27: División de la masa deslizante por el método de dovelas Talud Progresiva: 0+020.00

(Elaboración propia)

Datos:

$$\gamma_s = 1.59 \text{ t/m}^3$$

$$c = 0.00 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\phi = 32.19^\circ$$

$$u = 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 15: Cuadro de valores de factor de seguridad Talud Progresiva: 0 + 020.00 (Elaboración propia).

Dovela	b	Z1	W1	$\alpha$	$\cos\alpha$	$\sen\alpha$	$\text{Tan}\phi \cdot W1 \cdot \cos\alpha$	$W1 \cdot \text{Sen}\alpha$
1	2.47	4.42	17.36	69	0.36	0.93	10.93	16.14
2	3.00	9.58	45.70	55	0.57	0.82	16.40	37.47
3	3.00	13.12	62.58	44	0.72	0.69	28.36	43.18
4	3.00	15.60	74.41	35	0.82	0.57	38.41	42.41
5	3.00	14.33	68.35	27	0.89	0.45	60.83	30.76
6	3.00	9.48	45.22	19	0.95	0.33	42.96	14.92
7	3.72	3.53	20.88	11	0.98	0.19	12.88	3.97

$\Sigma$ 210.77	$\Sigma$ 188.85
-----------------	-----------------

$$FSs = \frac{\Sigma[\frac{c \cdot b}{\cos\alpha} + \tan\phi (W1 \cdot \cos\alpha - u \cdot b / \cos\alpha)]}{\Sigma W1 \cdot \text{sen}\alpha}$$

$$FSs = \frac{210.77}{188.85}$$

$FSs = 1.12$
--------------

3.2.2.2. Cálculo del factor de Seguridad aplicando el Método de Fellenius o de dovelas para el talud en la Progresiva: 0 + 080.00.

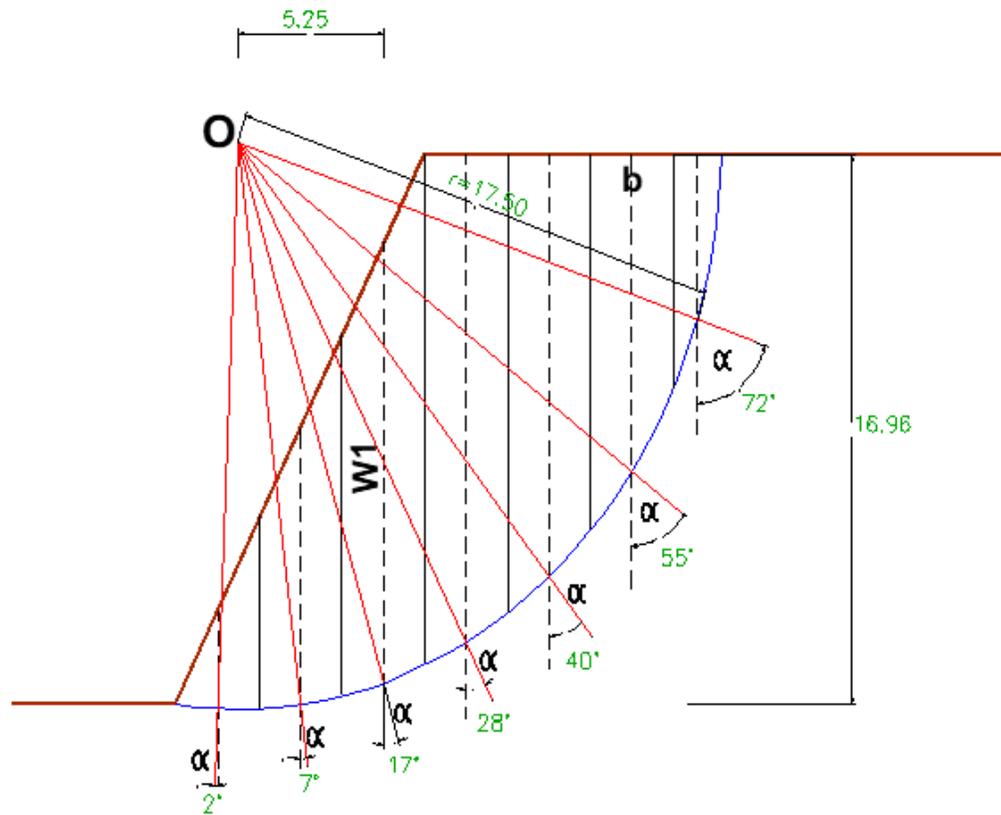


Figura. 28: División de la masa deslizante por el método de dovelas Talud Progresiva: 0+080.00 (Elaboración propia)

**Datos:**

- $\gamma_s = 1.61 \text{ t/m}^3$
- $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2$ .
- $\phi = 33.02^\circ$
- $u = 0.00 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 16: Cuadro de valores de factor de seguridad Talud Progresiva: 0 + 080.00 (Elaboración propia).

Dovela	b	Z1	W1	$\alpha$	$\cos\alpha$	$\text{sen}\alpha$	$\text{Tan}\phi \cdot W1 \cdot \cos\alpha$	$W1 \cdot \text{Sen}\alpha$
1	1.75	5.14	14.48	72	0.31	0.95	2.92	13.76
2	3.00	9.78	47.24	55	0.57	0.82	17.50	38.74
3	3.00	13.02	62.89	40	0.77	0.64	31.47	40.25
4	3.00	15.05	72.69	28	0.88	0.47	41.57	34.16
5	3.00	13.59	65.64	17	0.96	0.29	40.95	19.04
6	3.00	8.48	40.96	7	0.99	0.12	26.35	4.92
7	3.72	3.00	14.49	2	1.00	0.03	9.42	0.43

$\Sigma$ 170.18	$\Sigma$ 151.30
-----------------	-----------------

$$FSs = \frac{\Sigma[\frac{c \cdot b}{\cos\alpha} + \tan\phi (W1 \cdot \cos\alpha - u \cdot b / \cos\alpha)]}{\Sigma W1 \cdot \text{sen}\alpha}$$

$$FSs = \frac{170.18}{151.30}$$

$FSs = 1.12$
--------------

## **Análisis de Resultados de la Variable Independiente.**

### **3.2.3. Composición del gavión: especificaciones técnicas y pruebas.**

#### **3.2.3.1. Alambre.**

El alambre debe cumplir, entre otros aspectos, con las especificaciones siguientes:

- Tensión Media de Ruptura; 37 a 50 kg/mm<sup>2</sup>.
- Material Base: La calidad del acero deberá ser la adecuada para obtener alambres por trefilado.

Los contenidos máximos de sus elementos serán:

%C : máx. 0.13

%P : máx. 0.04

%S : máx. 0.05

Estiramiento; La elongación no deberá ser menor que 12%, hecho sobre una muestra de 30cm de largo previo a la fabricación de la red, de acuerdo a las especificaciones de la NBR 8964 y de la ASTM A641M-98.

#### **3.2.3.2. Revestimiento del Alambre.**

El revestimiento del alambre deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Cantidad mínima de revestimiento: 244gr-zinc/m<sup>2</sup> o 244 gr-aleación ZN/AL/m<sup>2</sup>
- Adherencia: El revestimiento debe adherirse al alambre de tal forma que, después que el alambre haya sido enrollado 15 veces por minuto alrededor de un mandril cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser escamado o quebrado o removido con el pasar del dedo, de acuerdo con la especificación de la ASTM A641M-98.

#### **3.2.3.3. Recubrimiento del alambre.**

El Recubrimiento del alambre según las especificaciones de la NBR 10514 y de la ASTM 975, debe cumplir con lo siguiente:

- Espesor mínimo: 0.40 mm
- Masa específica: 1.30 A 1.37 kg/m<sup>3</sup>

- Dureza: 50 a 65 Shore D
- Resistencia a la tracción: mayor que 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Elongación de ruptura: 200% a 300%
- Temperatura de fragilidad: menor que -30°C

#### 3.2.3.4. Ensayos y pruebas de los componentes del gavión.

Según Maccaferri (2005) El comportamiento de los gaviones y productos en malla hexagonal a doble torsión han sido objeto de investigación a través de varios ensayos y pruebas sobre modelos y en escala real con la finalidad de obtener la caracterización mecánica de los gaviones llevados a cabo en países como Italia, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Argentina.

Estos ensayos son de suma importancia y de obligado cumplimiento de acuerdo a la Norma INV E-219. Normalmente se usa la máquina de Los Ángeles la cual verifica el desgaste de los materiales que conforman los gaviones en respuesta a la carga abrasiva a la que es sometida y así comprobar la calidad de las mallas y componentes pétreos del gavión.



*Figura 29. Prueba de resistencia de los gaviones en la máquina de Los Ángeles. Maccaferri (2008).*

### 3.2.4. Diseño estructural de los muros de gaviones

Para el diseño estructural del talud se ha considerado el análisis desde la Progresiva 0 + 020.00 hasta la Progresiva 0 + 080.00 cuyas alturas de taludes fluctúan entre 17.00 m y 19.00 m. aproximadamente; en este caso se opta por una altura promedio de talud de 18.00 m. de altura y la propuesta es desarrollar el muro de gaviones en dos etapas a especie de terrazas con dos muros de 9.00 m. cada uno, con la finalidad de proyectar una vía que conecte al Sector La Fortaleza de Manchay con la vía Peri urbana Av. Víctor Malasquez Chacaltana, tal como se muestra en la fig. 30, para lo cual se han considerado las sobrecargas que implican el tránsito de vehículos.

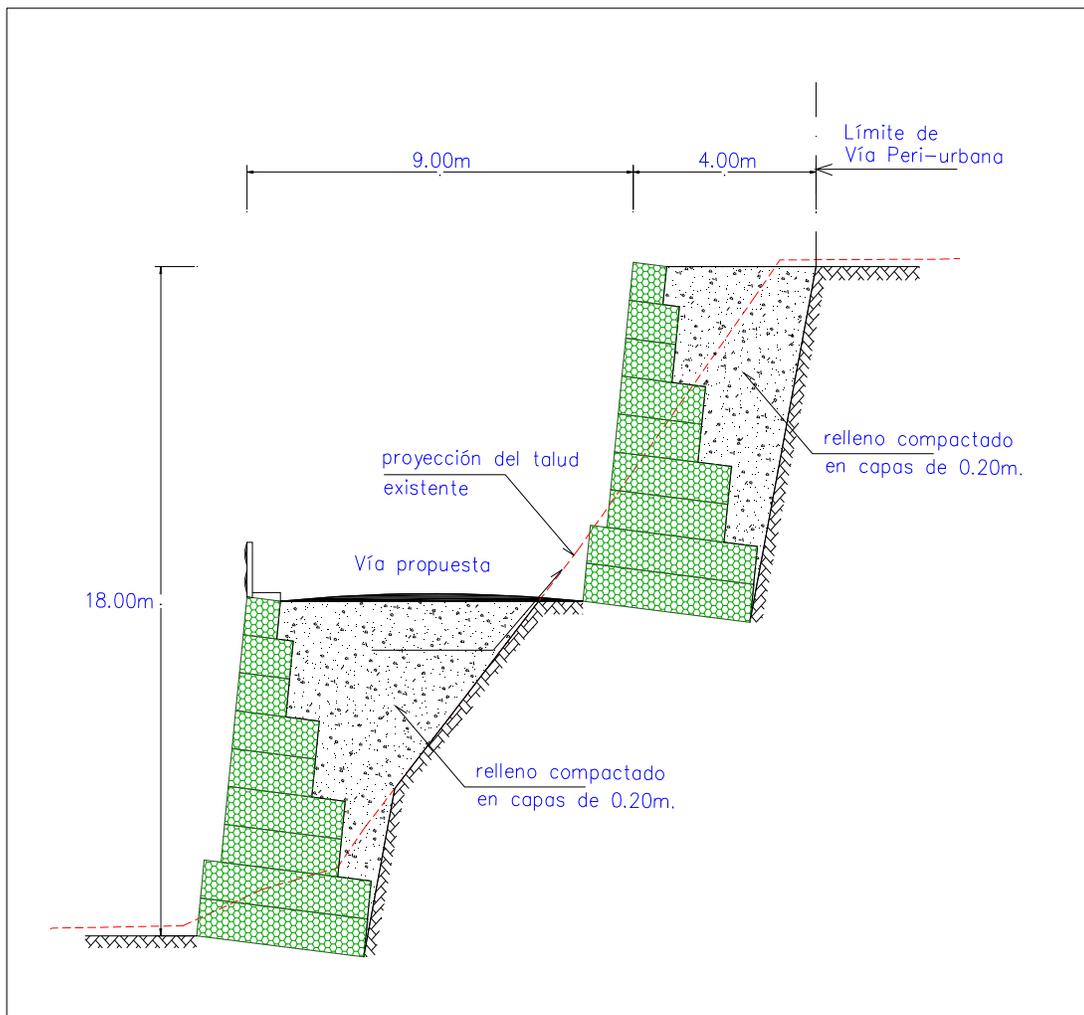


Figura 30. Diseño arquitectónico del muro de gaviones en la zona de estudio.

Para verificar la estabilidad del muro de contención de gaviones detallado en la figura 31. Fueron realizados ensayos y sondeos de reconocimiento en el área del proyecto de investigación, definiendo así las características:

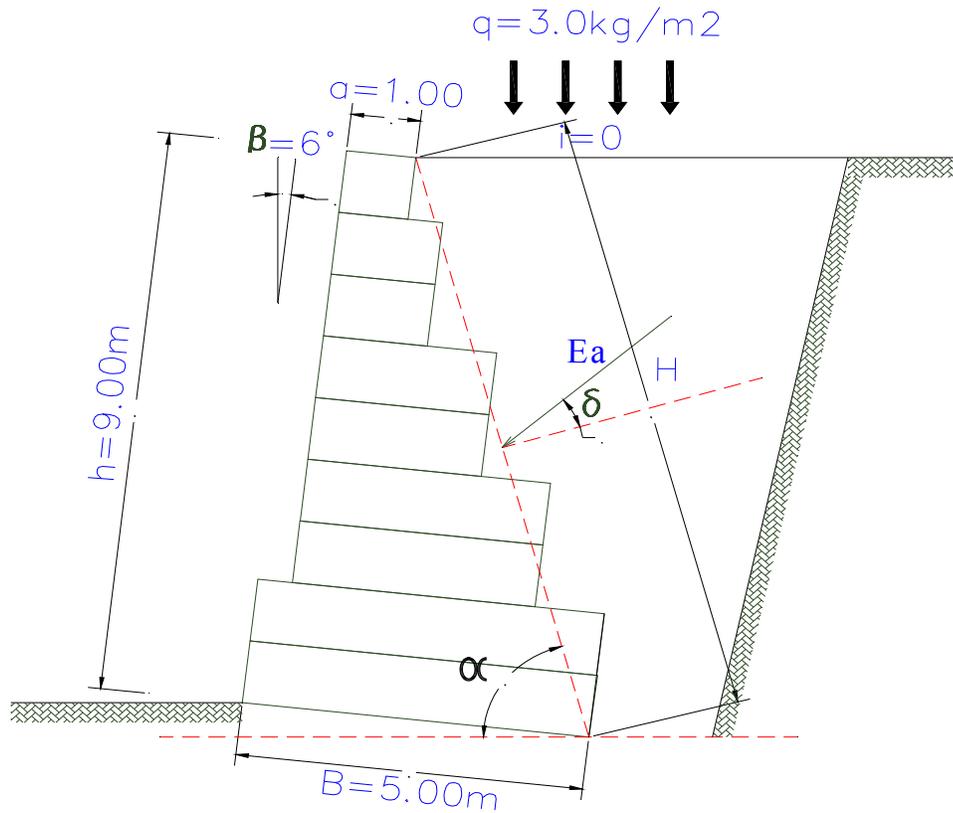


Figura. 31: Detalle del muro de contención

**Datos:**

Peso específico del suelo:	$\gamma_s = 1.61 \text{ t/m}^3$
Angulo de fricción interno:	$\phi = 33.02^\circ$
Sobrecarga uniforme sobre el macizo	$q = 3.0 \text{ t/m}$
Cohesión:	$C = 0 \text{ t/m}^2$
Peso específico de la piedra de relleno:	$\gamma_p = 2.43 \text{ t/m}^3$
Porosidad:	$n = 30\%$
Altura del relleno granular	$h = 9.00\text{m}$
Angulo de inclinación medido desde la base del muro	$\beta = 6^\circ$
Base del muro	$B = 5.00$
Corona del muro	$a = 1.00$
Capacidad de carga	$\sigma = 3.0 \text{ Kg/cm}^2$

### 3.2.4.1. ANÁLISIS ESTÁTICO

#### a) Cálculo del Empuje activo

El empuje activo que actúa sobre la estructura puede ser determinado directamente por las expresiones de la Teoría de Coulomb, para así tomar en cuenta la fricción ejercida por el muro de gaviones.

El empuje activo está dado por:

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2 [1 + 2h_s/H] - 2K_a^{1/2} CH.$$

Dónde:

H: altura donde actúa el empuje.

$\gamma$ : peso específico del suelo

$K_a$ : coeficiente de empuje activo. Se calcula mediante la fórmula:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}^2\alpha \cdot \text{sen}(\alpha - \delta) \cdot [1 + \sqrt{\text{sen}(\alpha + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - i) / \text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + i)}]^2}$$

Dónde:

$\delta$ : Ángulo de fricción entre la estructura y el suelo se asume  $\delta = \phi = 30^\circ$

$\alpha$ : Angulo formado por el plano de empuje y la horizontal, se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha = [\text{Cotang}(h/B - a)] + \beta$$

$$\alpha = [\text{Cotang}(9.0/3 - 1.0)] + 6^\circ$$

$$\alpha = 72.04$$

En este caso la superficie superior del macizo será horizontal “ $i = 0$ ”

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(72.04 + 33.02)}{\text{sen}^2(72.04) \cdot \text{sen}(72.04 - 33.02) \cdot [1 + \sqrt{\text{sen}(33.02 + 33.02) \cdot \text{sen}(33.02 - 0) / \text{sen}(72.04 - 33.02) \cdot \text{sen}(72.04 + 0)}]^2}$$

$$K_a = 0.46$$

La altura “H” es igual a:

$$H = [h + (B + a) \tan\beta] \cos \beta$$

$$H = [9.0 + (5.0 + 1.0) \tan 6^\circ] \cos 6^\circ$$

$$H = 9.58 \text{ m.}$$

La altura “h<sub>s</sub>” es igual a:

$$h_s = q/\gamma_s$$

$$h_s = 3.0/1.61$$

$$h_s = 1.86 \text{ m.}$$

$$E_a = \frac{1}{2}(0.46)(1.61)(9.58)^2 [1+2(1.86)/9.58]-2(0.46)^{1/2}(0)(9.58).$$

$$E_a = 47.18 \text{ t/m}$$

El punto de aplicación “d” es igual a:

$$d = H/3 [H+3h_s/ H+2h_s] - B.\text{sen}\beta$$

$$d = 9.58/3 [9.58+3(1.86)/ 4.39+2(1.86)] - 5.0.\text{sen}6^\circ$$

$$d = 3.11 \text{ m.}$$

## b) Estabilidad del muro

### b.1 Verificación de la seguridad contra el deslizamiento:

Empuje vertical de “E<sub>v</sub>”

$$E_v = E_a \text{ sen } (90^\circ + \delta - \alpha)$$

$$E_v = 47.18 \text{ sen } (90^\circ + 33.02^\circ - 72.04)$$

$$E_v = 36.66 \text{ t/m}$$

Empuje horizontal de “E<sub>h</sub>”

$$E_h = E_a \text{ cos } (90^\circ + \delta - \alpha)$$

$$E_h = 47.18 \text{ cos } (90^\circ + 33.02^\circ - 72.04)$$

$$E_h = 29.70 \text{ t/m}$$

- **Peso específico de gaviones:**

$$\gamma_g = \gamma_p (1 - n) \quad n = 0.30 \text{ (especificación)}$$

$$\gamma_g = 2.43 (1 - 0.30)$$

$$\gamma_g = 1.70 \text{ t/m}^3$$

- **Peso del muro de gaviones por unidad de ancho:**

$$W = [\text{área de la sección del muro}] \gamma_g \quad \text{área calculada} = 29.00 \text{ m}^2$$

$$W = [29] 1.70$$

$$W = 49.30 \text{ t/m}$$

- **Coefficiente de deslizamiento:**

$$CD = \frac{[(W + Ev) \cos \beta + Eh \operatorname{sen} \beta] \tan \phi + (W + Ev) \operatorname{sen} \beta + CB}{Eh \cos \beta}$$

$$CD = \frac{[(49.30 + 36.66) \cos 6^\circ + 29.70 \operatorname{sen} 6^\circ] \tan 33.02 + (49.30 + 33.66) \operatorname{sen} 6^\circ + 0(5)}{9.84 \cos 6^\circ}$$

$$CD = 2.25$$

Como el valor de  $C_D$  es mayor a 1.5, entonces el muro no se producirá deslizamiento.

## b.2 Verificación de la seguridad contra el volcamiento:

- **Momento de volteo**

$$M_v = Eh.d$$

$$M_v = 29.70 \times 3.11$$

$$M_v = 92.37 \text{ t-m/m}$$

Distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo vale:

$$S' = B \cos \beta - H/3 [H+3hs/ H+2hs] 1/\tan \alpha$$

$$S' = 5.0 \cos 6^\circ - 9.58/3 [9.58+3(1.86)/ 9.58+2(1.86)] 1/\tan 72.04^\circ$$

$$S' = 3.79 \text{ m.}$$

El punto de aplicación del peso se localiza en:

$$S'' = X_g \cos \beta + Y_g \operatorname{sen} \beta \quad \text{valores obtenidos gráficamente } X_g = 1.95 \text{ m. y } Y_g = 2.80 \text{ m.}$$

$$S'' = 1.95 \cos 6^\circ + 2.80 \operatorname{sen} 6^\circ$$

$$S'' = 2.23 \text{ m.}$$

- **Cálculo del Momento resistente:**

$$M_r = WS' + E_v S''$$

$$M_r = 49.30 (3.79) + 36.66 (2.23)$$

$$M_r = 268.60 \text{ t-m/m}$$

- **Coefficiente de volteamiento:**

$$C_v = M_r/M_v > 1.5$$

$$C_v = 268.60/92.37 > 1.5$$

$$C_v = 2.91 > 1.5$$

Como el valor de  $C_v$  es mayor a 1.5, entonces el muro no se volteará.

### b.3 Verificación de las tensiones en el suelo:

La resultante de las Fuerzas Normales vale:

$$N = (W + E_v) \cos \beta + E_h \sin \beta$$

$$N = (49.30 + 36.66) \cos 6^\circ + 29.70 \sin 6^\circ$$

$$N = 88.59 \text{ t/m}$$

La excentricidad de la resultante vale:

$$e = B/2 - [M_r - M_v/N] < B/6 \quad B/6 = 0.83\text{m}$$

$$e = 5.0/2 - [268.60 - 92.37/88.59] < 0.83$$

$$e = 0.51 < 0.83$$

La resultante cae dentro del nucleo central, o sea dentro del tercio medio de la base dado que:  $e < B/6$

Los esfuerzos resultantes valen:

$$\begin{array}{l} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{array} \left| \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right. = \frac{N}{B} [1 \pm 6e/B]$$

$$\sigma_1 = 88.59/5.0 [1+6(0.51)/5.0]$$

$$\sigma_1 = 18.33 \text{ t/m}^2 = 1.833 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 88.59/5.0 [1-6(0.51)/5.0]$$

$$\sigma_2 = 17.11 \text{ t/m}^2 = 1.711 \text{ kg/cm}^2$$

Ambos resultados son menores al permisible de 3 Kg/cm<sup>2</sup> (dato)

### c. Verificación de una sección intermedia:

Para realizar esta verificación se despreciará el gavión de la base del muro.

Se procede a calcular el Angulo formado por el plano del empuje y la horizontal, dado por:

$$\alpha = [\text{Cotang}(h/B - a)] + \beta$$

$$\alpha = [\text{Cotang}(9.0/5.0 - 1.0)] + 6^\circ$$

$$\alpha = 66.26^\circ$$

En este caso la superficie superior del macizo será horizontal “i = 0”

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(66.26 + 33.02)}{\text{sen}^2(66.26) \cdot \text{sen}(66.26 - 33.02) \cdot [1 + \sqrt{\text{sen}(33.02 + 33.02) \cdot \text{sen}(33.02 - 0) / \text{sen}(66.26 - 33.02) \cdot \text{sen}(66.26 + 0)}]}^2$$

$$K_a = 0.53$$

La altura “H” es igual a:

$$H = [h + (B + a) \tan\beta] \cos \beta$$

$$H = [7.0 + (4.0 + 1.0) \tan 6^\circ] \cos 6^\circ$$

$$H = 7.40 \text{ m.}$$

La altura “h<sub>s</sub>” es igual a:

$$h_s = q/\gamma_s$$

$$h_s = 3.0/1.61$$

$$h_s = 1.86 \text{ m.}$$

$$E_a = \frac{1}{2}(0.53)(1.86)(7.40)^2 [1+2(1.86)/7.40]-2(0.53)^{1/2}(0)(4.00).$$

$$E_a = 58.56 \text{ t/m}$$

El punto de aplicación “d” es igual a:

$$d = H/3 [H+3hs/ H+2hs] - B.\text{sen}\beta$$

$$d = 7.40/3 [7.40+3(1.86)/ 7.40+2(1.86)] - 4.0.\text{sen}6^\circ$$

$$d = 2.46 \text{ m.}$$

### Verificación de la seguridad contra el deslizamiento:

#### Empuje vertical de “Ea”

$$E_v = E_a \text{ sen } (90^\circ + \delta - \alpha)$$

$$E_v = 58.56 \text{ sen } (90^\circ + 33,02^\circ - 66.26^\circ)$$

$$E_v = 48.98 \text{ t/m}$$

#### Empuje horizontal de “Eh”

$$E_h = E_a \text{ cos } (90^\circ + \delta - \alpha)$$

$$E_h = 58.56 \text{ cos } (90^\circ + 33.02^\circ - 66.26^\circ)$$

$$E_h = 32.10 \text{ t/m}$$

- **Peso del muro de gaviones por unidad de ancho:**

$$W = [\text{área de la sección del muro}]\gamma_g \quad \text{área calculada} = 19.00 \text{ m}^2$$

$$W = [19.00] 1.70$$

$$W = 32.30 \text{ t/m}$$

- **Coefficiente de deslizamiento:**

$$CD = \frac{[(W + E_v) \text{ cos } \beta + E_h \text{ sen } \beta] \tan \phi + (W + E_v) \text{ sen } \beta + CB}{E_h \text{ cos } \beta}$$

$$CD = \frac{[(32.30 + 48.98) \text{ cos } 6^\circ + 32.10 \text{ sen } 6^\circ] \tan 33.02 + (32.30 + 48.98) \text{ sen } 6^\circ + 0(4.00)}{32.10 \times \text{cos } 6^\circ}$$

$$CD = 2.33$$

Como el valor de  $C_D$  es mayor a 1.5, entonces el muro no se producirá deslizamiento.

**Verificación de la seguridad contra el volcamiento:**

- **Momento de volteo**

$$M_v = E_h \cdot d$$

$$M_v = 32.10 \cdot 2.46$$

$$M_v = 78.97 \text{ t-m/m}$$

Distancia horizontal entre el punto de volteamiento F y el punto de aplicación del empuje activo vale:

$$S' = B \cos \beta - H/3 [H+3h_s / H+2h_s] 1/\tan \alpha$$

$$S' = 4.0 \cos 6^\circ - 7.40/3 [7.40+3(1.86) / 7.40+2(1.86)] 1/\tan 66.26^\circ$$

$$S' = 2.71 \text{ m.}$$

El punto de aplicación del peso se localiza en:

$$S'' = X_g \cos \beta + Y_g \sin \beta \text{ valores obtenidos gráficamente } X_g = 1.56\text{m. y } Y_g = 2.24\text{m.}$$

$$S'' = 1.56 \cos 6^\circ + 2.24 \sin 6^\circ$$

$$S'' = 1.79 \text{ m.}$$

- **Cálculo del Momento resistente:**

$$M_r = W S' + E_v S''$$

$$M_r = 32.30 (2.71) + 48.98 (1.79)$$

$$M_r = 175.21 \text{ t-m/m}$$

- **Coefficiente de volteamiento:**

$$C_v = M_r / M_v > 1.5$$

$$C_v = 175.21 / 78.97 > 1.5$$

$$C_v = 2.22 > 1.5$$

Como el valor de  $C_v$  es mayor a 1.5, entonces el muro no se volteará.

### **Verificación de las tensiones en el suelo:**

La resultante de las Fuerzas Normales vale:

$$\begin{aligned}N &= (W + Ev) \cos \beta + Eh \sin \beta \\N &= (32.30 + 48.98) \cos 6^\circ + 32.10 \sin 6^\circ \\N &= 84.19 \text{ t/m}\end{aligned}$$

El Momento actuante en la sección de análisis es igual a:

$$\begin{aligned}M &= M_r - M_v \\M &= 175.21 - 78.97 \\M &= 96.24 \text{ t-m/m}\end{aligned}$$

La excentricidad de la resultante vale:

$$\begin{aligned}e &= B/2 - M/N \\e &= 4.00/2 - 96.24/84.19 \\e &= 0.86\end{aligned}$$

El ancho de la sección que está trabajando a la compresión es:

$$\begin{aligned}X &= 0.5B - e/0.4 \\X &= 0.5 (4.0) - 0.86/0.4 \\X &= 2.85 \text{ m.}\end{aligned}$$

La resultante de las fuerzas tangenciales que actúa en la sección de análisis es:

$$\begin{aligned}T &= Eh \cos \beta - (W + Ev) \sin \beta \\T &= 32.10 \cos 6^\circ - (32.30 + 48.98) \sin 6^\circ \\T &= 23.43 \text{ t/m}\end{aligned}$$

El ángulo de la fricción interna de los gaviones vale:

$$\begin{aligned}\phi &= 25\gamma_g - 10 \\ \phi &= 25(1.70) - 10 \\ \phi &= 32.5^\circ\end{aligned}$$

La cohesión (agarre) del gavión vale:

$$C_g = 10 (0.03 P_u - 0.05) \quad P_u = 8.6 \text{ kg/m}^3 \text{ (por especificación)}$$
$$C_g = 10 (0.03 (8,6) - 0.05)$$
$$C_g = 2.08 \text{ t/m}^2.$$

El esfuerzo normal y tensión tangencial admisibles valen:

$$\sigma_{adm} = 50\gamma_g - 30 \quad \tau_{adm} = N/B \tan \phi + C_g$$
$$\sigma_{adm} = 50 (1.70) - 30 \quad \tau_{adm} = 84.19/4.0 \tan 33.02 + 2.08$$
$$\sigma_{adm} = 55 \text{ t/m}^2 \quad \tau_{adm} = 14.80 \text{ t/m}^2$$

El esfuerzo resultante a la impresión y la tensión tangencial en la sección de análisis son iguales:

$$\sigma_{max} = N/0.8X < \sigma_{adm} \quad \tau_{max} = T/B < \tau_{adm}$$
$$\sigma_{max} = 84.19/0.8(2.85) < \sigma_{adm} \quad \tau_{max} = 23.43/4.0 < \tau_{adm}$$
$$\sigma_{adm} = 36.93 \text{ t/m}^2 < \sigma_{adm} (55 \text{ t/m}^2) \quad \tau_{max} = 5.86 \text{ t/m}^2 < \tau_{adm} (14.80 \text{ t/m}^2)$$

### 3.2.4.2. ANÁLISIS PSEUDO ESTÁTICO

#### a) Cálculo del Empuje Sísmico activo

Se puede considerar para este cálculo el Método de Mononobe - Okabe por ser un método simplificado y estimado para hallar las presiones sísmicas en un muro de retención, así como una extensión de la teoría estática de Coulomb para condiciones pseudo-estáticas.

El empuje sísmico activo está dado por:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 [1 - K_v] K_{AE}$$

Datos:

H: 9.58 m.

$\gamma$ : 1.61 t/m<sup>3</sup>

$K_{AE}$ : Coeficiente sísmico de presión activa

$K_v$ : Coeficiente sísmico vertical

Coeficiente sísmico de presión activa.

$$K_{AE} = \frac{\cos 2(\phi - \beta - \psi)}{\cos \psi \cdot \cos 2\beta \cdot \cos(\delta + \beta + \psi) \cdot [1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i - \psi)}{\cos(\delta + \beta + \psi) \cdot \cos(i - \beta)}}]}$$

Cálculo de  $\Psi$

Donde:  $K_v$  y  $K_h$  son coeficientes sísmicos horizontal y vertical

$$\Psi = \tan^{-1} \left[ \frac{K_h}{1-K_v} \right]$$

Se asume  $K_v = 0$  (Según Manual ASSHTO LRF)

$K_h = 0.42$  (Según mapa de isoaceleraciones del Perú)

$$\Psi = \tan^{-1} \left[ \frac{0.42}{1-0} \right]$$

$\Psi = 22.78$  Debe cumplirse  $\phi - i \geq \Psi \rightarrow 33.02 - 0 = 33.02$  (Ok)

Reemplazando datos:  $K_{AE} = 0.9$

Reemplazando datos en:  $E_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 [1-K_v] K_{AE}$

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \times 1.61 \times 9.58^2 (1-0) \times 0.9 \quad E_{AE} = 66.49 \text{ t/m}$$

## **IV. DISCUSIÓN**

1. Se discutió si es conveniente la implementación de gaviones como alternativa de solución estructural a los deslizamientos, siendo que en algunos casos los taludes superan los 18.00 m. de altura y que no solo afectan las viviendas del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac sino también a la Vía Peri Urbana como es la Avenida Víctor Malasquez Chacaltana que se encuentra en la parte superior del talud. Ante esta problemática se consideró de vital importancia contar con cierta información por parte de la Municipalidad Metropolitana de Lima y la Municipalidad Distrital de Pachacamac de cuyas entidades se recopiló datos en cuanto a la aprobación de la sección vial para la Avenida Víctor Malásquez Chacaltana, visación de planos de lotización y asimismo las evaluaciones de riesgo con sus respectivas recomendaciones de orden estructural ante la situación de vulnerabilidad física del Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac y de esta manera el presente proyecto de investigación tenga en consideración toda la información recopilada de fuentes confiables en relación a estos puntos, los cuales fueron de gran utilidad para el desarrollo de este proyecto de tesis.
2. Según los resultados obtenidos para la hipótesis específica 1, se tiene una mejora con respecto a la mecánica de suelos ya que las estructuras de gaviones complementan al terreno existente dotándolo de mayor resistencia de corte frente los esfuerzos cortantes horizontales y verticales que afectan al talud, evitando la ocurrencia de la falla tanto de deslizamiento como volteo. Se logra demostrar mediante el análisis de cálculo estructural el cual conto con el uso de indicadores importantes como el ángulo de fricción y cohesión, datos adquiridos de los ensayos de corte directo para el presente estudio y que obran en el instrumento utilizado (ficha técnica). Se reafirma que la implementación de gaviones mejora la mecánica de suelos del talud dado que el ángulo de fricción de  $33.02^\circ$  y la cohesión =  $0.00 \text{ kg/cm}^2$  son valores muy importantes que permiten definir si la implementación de gaviones es una solución estructural idónea en el tratamiento de taludes y si prestan las condiciones de estabilidad, por consiguiente se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En tal sentido contrata con el autor Piñar Venegas Rafael, que en su tesis Proyecto de construcción de un muro de gaviones de  $960 \text{ m}^3$  concluye que es importante contar con un estudio de mecánica de suelos no solo para determinar la caracterización del terreno sino también para demostrar que la implementación de gaviones mejora la calidad en el desenvolvimiento del suelo; y lo demuestra en su estudio cuyo objetivo fue estabilizar taludes inestables próximos al

proyecto de la Urbanización La Estefanía ubicada en el Carmen de Guadalupe (Costa Rica).

3. Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica 2, se concreta que la implementación de gaviones mejora el factor de seguridad de los taludes dado que favorece la resistencia del suelo frente a los empujes verticales y horizontales que provocan la falla, tal como se demuestra mediante el cálculo del coeficiente de deslizamiento del muro de gaviones que arroja un valor de 2.25, asimismo en el cálculo del coeficiente por volcamiento da un valor de 2.91, teniendo en cuenta que en el análisis del talud en su estado natural arrojó un valor de coeficiente de seguridad de 1.12, por lo que se corrobora que con la implementación se obtiene una mejora en la estabilidad del talud en un 200% y además ambos valores encontrados en el cálculo estructural de gaviones son superiores al factor de seguridad recomendado para suelos no cohesivos que es del 1.5.

En tal sentido se concuerda con los autores Paucar Llancari, Juan y Pari Ccencho, Héctor en la tesis titulada “Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500, afectada por la erosión del Río Lircay”, mediante el cual concluye que como resultado del cálculo del muro de gavión llegó a la conclusión que cumple con la comprobación de volteo, deslizamiento y presión del terreno. Asimismo Piñar Venegas Rafael, en su tesis mencionada líneas arriba concluye que los cálculos obtenidos para los factores de seguridad contra el volcamiento y desplazamiento están entre 3.58 y 8.45

4. Otra discusión fue definir si las estructuras de gaviones ofrecen ventajas en su comportamiento estructural si se aplica una inclinación de  $6^\circ$  en contraposición al talud de tal manera que ofrezca mayor resistencia a los esfuerzos horizontales y evitar fallas por volcamiento y si la aplicación de este ángulo puede provocar por el contrario fallas en la zona de su fundación provocando desplazamiento, para tales efectos se realizó el análisis estructural del gavión teniendo en consideración la aplicación de este ángulo, quedando finalmente demostrado que no surte ningún efecto negativo dado que el valor arrojado para el desplazamiento es del 2.91 muy superior al Factor de Seguridad recomendado para suelos no cohesivos que es del 1.5.

## **V. CONCLUSIONES**

1. En este proyecto de tesis se llegó a la conclusión que debido a que en ciertos tramos el talud supera los 18.00 m, afectará los costos y el proceso constructivo, dado que el dimensionamiento del muro requiere de una base de 12.60 m. de ancho que corresponde al 70% de su altura, lo cual implica el incremento del presupuesto por el requerimiento de un mayor cantidad de insumos de gaviones, rocas y materiales de préstamo para relleno y compactación. Por lo cual se concluye que el muro de retención se debe diseñar en dos niveles con la finalidad de proponer la implementación de una vía que conecte al Sector La Fortaleza de Manchay con la Vía Per urbana Avenida Víctor Malasquez Chacaltana y se le preste una utilidad adicional a este muro de gaviones tanto de seguridad a las viviendas afectadas así también como una vía que beneficie a la colectividad.
2. Se logró determinar que la implementación de gaviones mejora la mecánica de suelos, dado que ha aprovechado las propiedades propias del terreno para lograr una estabilidad óptima del talud y de tal manera que se desempeñe como una sola masa monolítica dotando de una resistencia idónea al corte frente a los esfuerzos cortantes horizontales y verticales que producen los deslizamientos de los taludes. Además se concluye que los agregados gruesos no cohesivos que caracterizan los suelos del en el área de estudio no sufren alteraciones inmediatas a los efectos de la humedad.
3. Se determinó que la implementación de gaviones mejora el factor de seguridad en la estabilidad de taludes en el Sector La Fortaleza de Manchay ya que mejoró en un 200% el factor de seguridad de 1.12 del propio talud presentado bajo condición estática y sísmica, comprobado bajo el Método de Fellenius por consiguiente se concluye que la implementación de gaviones mejora el Factor de Seguridad en el suelo de apoyo, tanto para el desplazamiento como para el volteo.
4. – Es de vital importancia para el diseño de una estructura de contención de gaviones, contar con toda la información necesaria y suficiente antes de elaborar el proyecto, básicamente la altura que tendrá el muro; características del suelo de fundación, la ubicación de las canteras de donde se extraerán los materiales de relleno y el tipo de material que va a retener dicho muro.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda proponer a la Municipalidad Distrital de Pachacamac, la proyección de una sección vial paralela a la Vía periurbana Avenida Víctor Malasquez, en la parte intermedia del talud que considere la construcción de muros de gaviones como estructuras de protección a las viviendas vulnerables y asimismo como una estructura de aprestamiento a la vía propuesta. Con esto se contrarresta la altura considerable del talud de casi 20.00 m., reduciéndola a dos alturas de 10.00 m cada una, cuyo inicio se proyecta a la altura de la Calle 02 de la Asociación de Vivienda Villa Jardín La Hoyada y su final a la altura de la Calle 20 de la Asociación UPIS Los Claveles Parte Baja donde empalma con la avenida principal, cubriendo un recorrido de 350.00 m.l.
2. El material de relleno que se colocará tras el muro, debe ser de preferencia suelo friccionante, se debe evitar el uso de suelos limosos y/o arcillosos pues este tipo de suelos cohesivos no son aptos como material de préstamo, ya que la cohesión es un parámetro que aumenta con el transcurso del tiempo y normalmente tienden a disminuir en sus valores iniciales, además que estos materiales tienden a expandirse bajo los efectos del agua, contribuyendo a la falla de la estructura.
3. Preparar las áreas de acopio para recibir los materiales provenientes de la excavación y que sean aprovechables en la construcción de los muros de gaviones, a fin de ser utilizados en la construcción del terraplén y subrasante de la vía propuesta.
4. Adicionalmente se recomienda realizar un plan de arborización y sembrado de plantas que se adecuen a los muros de gaviones y de esta manera contribuir al paisajismo y al medio ambiente y asimismo contribuye a la consolidación del terreno, resistiendo a los efectos de fenómenos naturales y físicos.
5. Se debe proteger esta área de vulnerabilidad con la finalidad de evitar futuras invasiones con ubicación de viviendas tanto en el lecho del talud como en la parte alta y de esta manera conservar los espacios para la aplicación del presente proyecto como una opción de solución a la vulnerabilidad de las viviendas existentes en el Sector La Fortaleza de Manchay – Pachacamac.

## **VII. REFERENCIAS**

ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación. 6ª Ed. Caracas, 2012. 143 pp.

ISBN: 98007852299

AZAR, Gabriela y SILAR, Mario. Metodología de investigación y técnicas para la elaboración de tesis. Madrid-México, 2006. 66 pp.

ISBN: 8493437417

BERNAL, César A. Metodología de la Investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia: Pearson Educación, 2010. 257 pp.

ISBN: 9789586991292.

BRAJA M., Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 4ª Ed. México D.F, 2013. 334 pp.

ISBN: 9786075193731

BORJA S., Manuel. Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros.

Chiclayo: s.n., 2012. 28 pp.

CAMARGO Jaime. Manual de Gaviones. Basado en investigaciones realizadas para Gaviones LEMAC, 2001. 114 pp.

ISSN: 01852345

CARRASCO Díaz, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima, 2017. 43 pp.

ISBN: 9789972383441

Corporación de desarrollo Tecnológico. Estructuras de contención de gaviones. Recomendaciones para el diseño, ejecución y control. Santiago de Chile, 2004. 63 pp.

ISBN: 9567911053

CHANQUÍN Gómez, Edy Rolando. Diversas aplicaciones de gaviones para la protección y estabilización de taludes. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Guatemala: Universidad de San Carlos, 2004. Disponible en <https://es.scribd.com/document/156096934/38201439-Diversas-Aplicaciones-de-Gaviones-Para-La-Proteccion-y-Estabilizacion-de-Taludes>

CRESPO Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. Limuza-México, 2004. 36 pp.

ISBN: 9681864891

Definición de Mecánica de suelos según: Terzaghi. J.Q., Felipe. 2016. Chile: s.n., 2016.

GARCIA Córdova, Fernando. La tesis y el trabajo de la tesis. Lima-México, 2013. 34 pp.

ISBN: 9789681862350

GARCÍA Tapia, Jhonathan. La estabilidad de taludes y la transitabilidad en la carretera longitudinal de la Sierra, Provincia de Chota – Cajamarca 2017. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Perú: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/UCV/1443>

GEOTECNIA-Estructuras de contención por gravedad, Grupo Maccaferri. México, 2006. Disponible en <http://www.maccaferri-northamerica.com/sp/massgravity.html>

GERSCOVICH, Denis M.S. Estabilidad de taludes. Bogotá, Colombia, 2015. 335 pp.

ISBN: 9789585903500

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.<sup>a</sup> ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2014. 599 pp.

ISBN: 9781456223960

LUCERO Pardo, Franklin Hernán y otros. Análisis y diseño de muros de contención (Obtención del título en Ingeniería civil), Quito - Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/UCV/1259>

LUJAN López, José Luis. Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Perú: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/156>

MARTÍNEZ Mercado, Arnaldo. Validación y confiabilidad. s.l. : Metodología de Investigación. 2015. 27 pp.

MONJE, A. Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Neiva Colombia: Universidad Sur colombiana, 2011. 165 pp.

MOSSARUTTI F, Gian Franco. Manual de diseño de estructuras flexibles de gaviones. Tesis (Doctor en Ingeniería Civil), Venezuela: Universidad de Carabobo, 2013. Disponible: [mriuc.bc.ed.ve/bitstream/handle/123456789/3937/gmossarutti.pdf?sequence=1](http://mriuc.bc.ed.ve/bitstream/handle/123456789/3937/gmossarutti.pdf?sequence=1)

OLMOS Martínez, Pedro. Diseño de estructuras de contención. 2ª Ed. Valladolid, 2011. 100 pp.  
ISBN: 9788484486558

OSEDA G., Dulio. Metodología de la Investigación. Huancayo: Editorial Pirámide, 2015. 157 pp.  
ISBN N° 568479854256.

PAUCAR Llancari, Juan y PARI Ccencho, Héctor. Propuesta técnica para la protección de la carretera Ocopa-Anchonga-Km 06+500, afectada por la erosión del Rio Lircay. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/252/TP%20-%20UNH%20CIVIL%2000036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PIÑAR Venegas, Rafael. Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m<sup>3</sup>. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Costa Rica, 2008. Disponible en [http://repositorio.tec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construccion\\_muro\\_gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.tec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construccion_muro_gaviones.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SOLMINIHAC T, Hernán, THENOUX Z, Guillermo. Procesos y técnicas de construcción. 5ª Ed. Santiago de Chile, 2008. 39 pp.  
ISBN: 9789561408272

SUÁREZ Díaz, Jaime. Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga, 2001. 349 pp.  
ISBN: 9583327344

SUÁREZ Díaz, Jaime. Análisis de estabilidad. Colombia, 2003. 149 pp.

YEPES Piqueras, Víctor. Procedimiento de construcción de cimentación y estructuras de contención. Valencia, 2016. 94 pp.

ISBN: 9788490484579

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica.

Lima: San Marcos, 2013. 176. pp.

ISBN: 978-612-302-878-7.

## **VIII. ANEXOS**

## **Anexo 1: Panel Fotográfico**



*Foto 1. Vista de un Centro de Educación Inicial muy próximo a un talud en el Sector La Fortaleza*



*Foto 2. Vista de viviendas sobre talud.*



*Foto 3. Vista de viviendas y vías en desnivel.*



*Foto 4. Vista de Centro de Educación inicial sobre talud.*



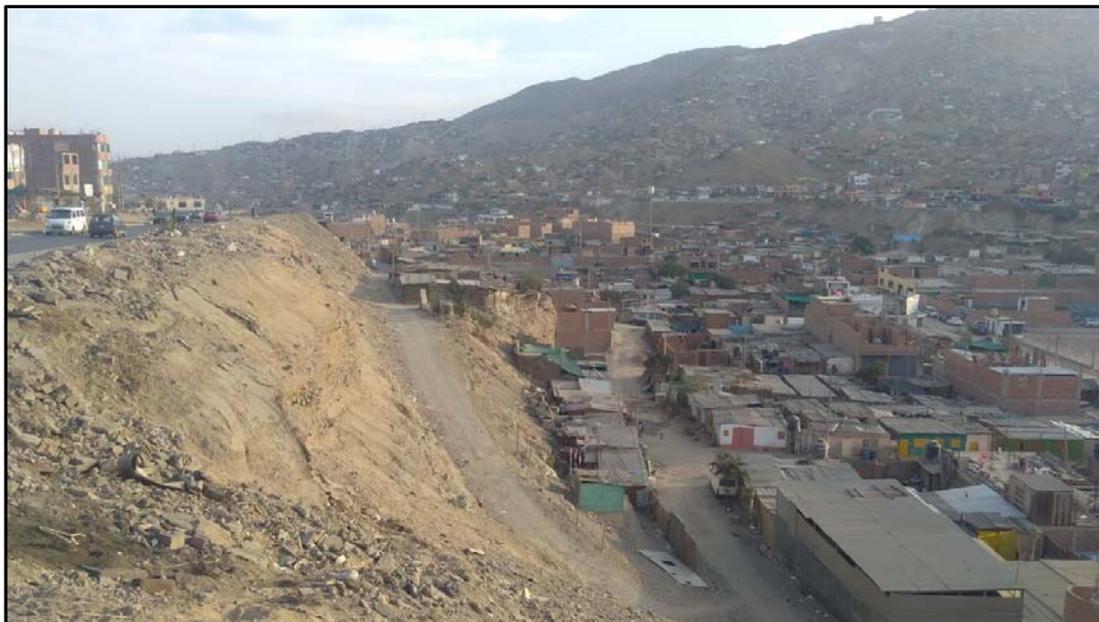
*Foto 5. Vista de talud de gran altura.*



*Foto 6. Vista de talud en el área deportiva.*



*Foto 7. Vista erosión de talud.*



*Foto 8. Vista área del proyecto de investigación.*



*Foto9. Vista panorámica del Sector La Fortaleza de Manchay*



*Foto10. Vista de la Vía Peri Urbana Av. Víctor Malasquez Chacaltana Km. 1.*



*Foto 11. Ejemplo de uso de gaviones en protección de vías. Maccaferri (2008).*



*Foto 12. Ejemplo de uso de gaviones en protección de vías. Maccaferri (2008).*

## **Anexo 2: Pruebas de Laboratorio**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

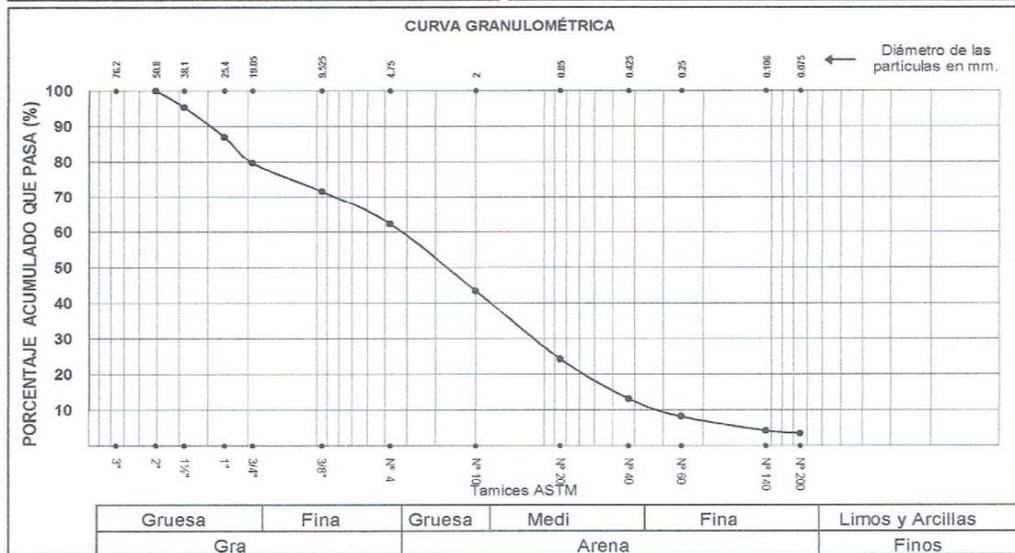
DOT.C - LMS 156/2018

**Solicitante** : CARLOS ENRIQUE CORREA CHAPA **Calicata** : C - 1  
**Proyecto** : IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA MANCHAY-PACHACAMAC-LIMA 2018. **Muestra** : MAB

**Ubicación** : DISTRITO DE PACHACAMAC **Profundidad** : 3.00m

**Fecha** : La Molina, 19 de noviembre de 2018 **Responsable** : M.M.R.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318		
MALLA	ABERTURA mm.	PORCENTAJE QUE PASA (%)	Límite líquido (%)		
3"	76.20			(%)	NT
2"	50.80	100	Límite plástico (%)		NP
1 1/2"	38.10	95	Índice plástico (%)		-
1"	25.40	87	Límite de contracción (%)		-
3/4"	19.05	80	<b>Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282</b>		
3/8"	9.525	72	<b>Coefficiente de :</b>		
Nº 4	4.750	62	-Uniformidad		14.76
Nº 10	2.000	43	-Curvatura		4.09
Nº 20	0.850	24	<b>Material :</b>		
Nº 40	0.425	13	-Grava	%	38
Nº 60	0.250	8	-Arena	%	59
Nº 140	0.106	4	-Finos	%	3
Nº 200	0.075	3	<b>Clasificación :</b>		
			-AASHTO		
			-SUCS		
			<b>Nombre de grupo:</b>		
			<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216</b>		
			Humedad natural (%)		
					-



NOTA: La Muestra ha Sido Proporcionada e Identificada por el Solicitante.

**Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta**  
 Jefe Laboratorio de Mecánica de Suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

DOT.C - LMS 156/2018

**SOLICITANTE** : CARLOS ENRIQUE CORREA CHAPA  
**PROYECTO** : IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA MANCHAY-PACHACAMAC-LIMA 2018.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PACHACAMAC  
**CALICATA** : C - 1  
**PROFUNDIDAD** : 3.00m  
**FECHA** : La Molina , 19 de noviembre de 2018

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

<b>Especimén</b>	:	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Lado (cm)</b>	:	6.00	6.00	6.00
<b>Altura (cm)</b>	:	2.544	2.544	2.544
<b>Densidad Seca ( gr/cm<sup>3</sup>)</b>	:	1.590	1.590	1.590
<b>Humedad Inicial (%)</b>	:	0.78	0.78	0.78
<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	:	0.50	1.00	1.50

	<b>Deformación Unitaria</b>		<b>Esfuerzo Cortante</b>	
	<b>( E</b>	<b>- % )</b>	<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
	0.5		0.06	0.12
	1.0		0.11	0.17
	2.0		0.16	0.27
	3.0		0.22	0.38
	4.0		0.26	0.45
	5.0		0.29	0.54
	6.0		0.31	0.65
	7.0		0.32	0.70
	8.0		0.34	0.72
	9.0		0.33	0.71
	10.0		0.32	0.69
	11.0		0.29	0.66
	13.0		0.26	0.63
	15.0		0.23	0.59

**Ángulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 32.19  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.00

**Ing. Hermes A. Valdivia A.**

**Jefe Laboratorio de Mecánica de Suelos**

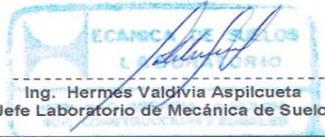
Responsable: M.M.R.

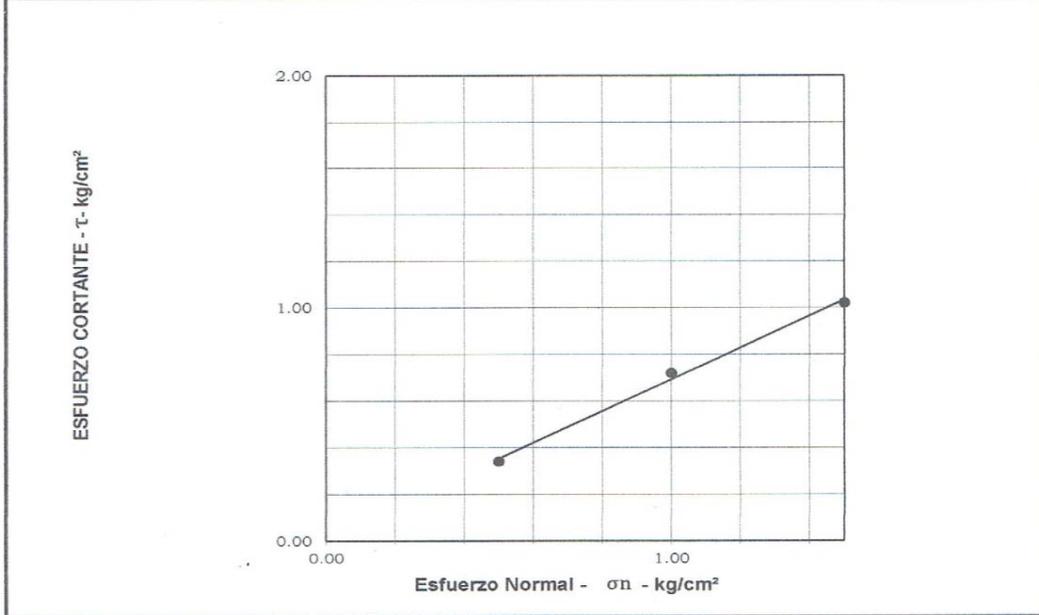
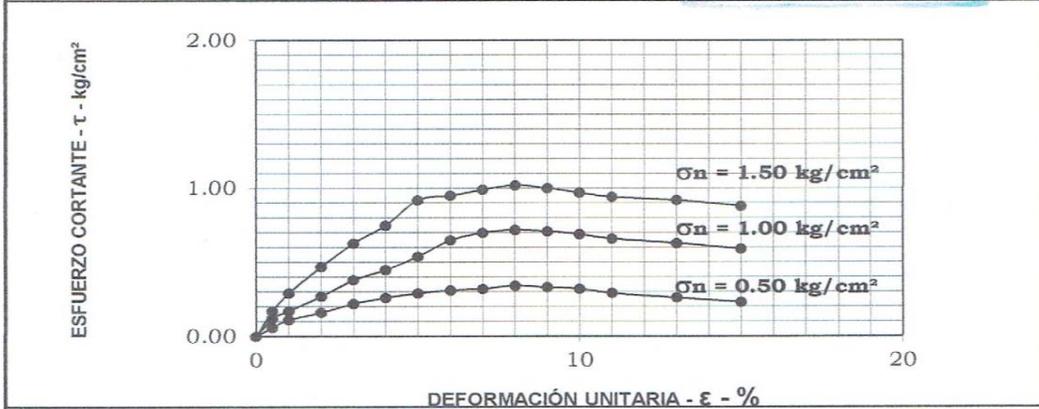


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
 ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080

<b>Solicitante :</b> CARLOS ENRIQUE CORREA CHAPA	<b>Expediente:</b>
<b>Proyecto :</b> IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA MANCHAY-PACHACAMAC-LIMA 2018.	DOT.C - LMS 156/2018
<b>Ubicación :</b> DISTRITO DE PACHACAMAC	<b>Responsable:</b> M.M.R.
<b>Calicata :</b> C - 1	<b>Fecha:</b>
<b>Muestra :</b> MAB <b>Profundidad :</b> 3.00m	19-11-18

<b>Ángulo de fricción interna del suelo :</b>	32.19 °
<b>Cohesión Aparente del suelo :</b>	0.00 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Densidad Seca Promedio (yd&lt;N° 4) :</b>	1.59 gr/cm <sup>3</sup>
<b>Humedad Natural (%) :</b>	0.78 %

  
 Ing. Hermes Valdivia Aspilueta  
 Jefe Laboratorio de Mecánica de Suelos



Observación : Muestra Remoldeado a Densidad proporcionado por Solicitante



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

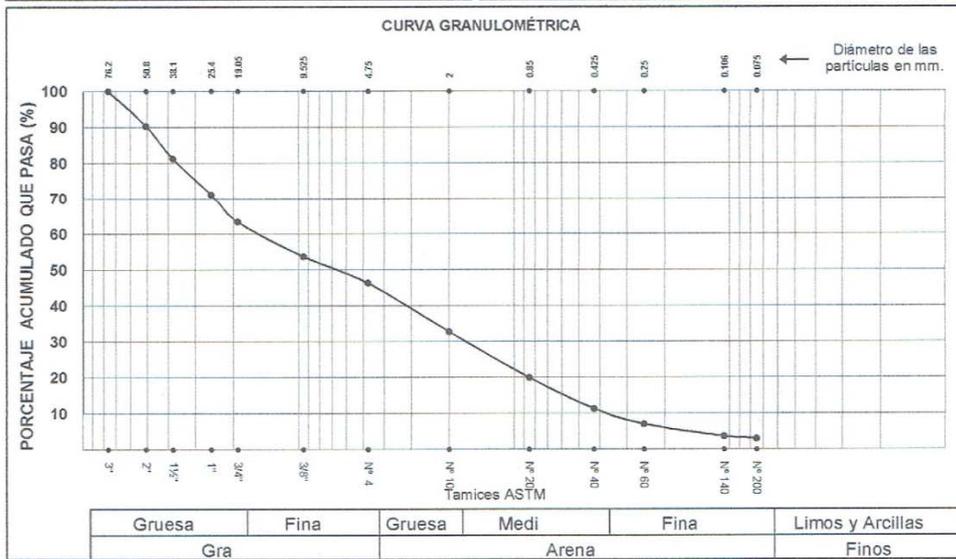
DOT.C - LMS 156/2018

**Solicitante** : CARLOS ENRIQUE CORREA CHAPA      **Calicata** : C - 2  
**Proyecto** : IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA MANCHAY-PACHACAMAC-LIMA 2018.      **Muestra** : MAB

**Ubicación** : DISTRITO DE PACHACAMAC      **Profundidad** : 3.00m

**Fecha** : La Molina, 19 de noviembre de 2018      **Responsable** : M.M.R.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	PORCENTAJE QUE PASA (%)	Límite líquido (%)	NT
3"	76.20	100	Límite plástico (%)	NP
2"	50.80	90	Índice plástico (%)	-
1 1/2"	38.10	81	Límite de contracción (%)	-
1"	25.40	71	<b>Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282</b>	
3/4"	19.05	63	<b>Coefficiente de:</b>	
3/8"	9.525	54	-Uniformidad	39.91
Nº 4	4.750	46	-Curvatura	1.73
Nº 10	2.000	33	<b>Material:</b>	
Nº 20	0.850	20	-Grava %	54
Nº 40	0.425	11	-Arena %	43
Nº 60	0.250	7	-Finos %	3
Nº 140	0.106	4	<b>Clasificación:</b>	
Nº 200	0.075	3	-AASHTO	
			-SUCS	-
			<b>Nombre de grupo:</b>	
			<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216</b>	
			Humedad natural (%)	-



NOTA: La Muestra ha Sido Proporcionada e Identificada por el Solicitante.

**Ing. Hermes Valdivia Aspilcueta**  
 Jefe Laboratorio de Mecánica de Suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
 DOT.C - LMS 156/2018

**SOLICITANTE** : CARLOS ENRIQUE CORREA CHAPA  
**PROYECTO** : IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA MANCHAY-PACHACAMAC-LIMA 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE PACHACAMAC  
**CALICATA** : C - 2  
**PROFUNDIDAD** : 3.00m  
**FECHA** : La Molina , 19 de noviembre de 2018

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Especimén	:	A	B	C
Lado (cm)	:	6.00	6.00	6.00
Altura (cm)	:	2.544	2.544	2.544
Densidad Seca ( gr/cm <sup>3</sup> )	:	1.610	1.610	1.610
Humedad Inicial (%)	:	0.97	0.97	0.97
Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	:	0.50	1.00	1.50

Deformación Unitaria ( E - % )			Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )	
0.5		0.10	0.15	0.23
1.0		0.15	0.26	0.30
2.0		0.22	0.34	0.57
3.0		0.26	0.45	0.72
4.0		0.31	0.51	0.84
5.0		0.34	0.57	0.98
6.0		0.36	0.65	1.04
7.0		0.37	0.68	1.07
8.0		0.36	0.67	1.05
9.0		0.33	0.65	1.03
10.0		0.31	0.62	1.00
11.0		0.29	0.60	0.98
13.0		0.25	0.58	0.96
15.0		0.23	0.55	0.92

**Ángulo de Fricción Interna del Suelo ( ° )** 33.02  
**Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm<sup>2</sup>)** 0.00

Responsable: M.M.R.

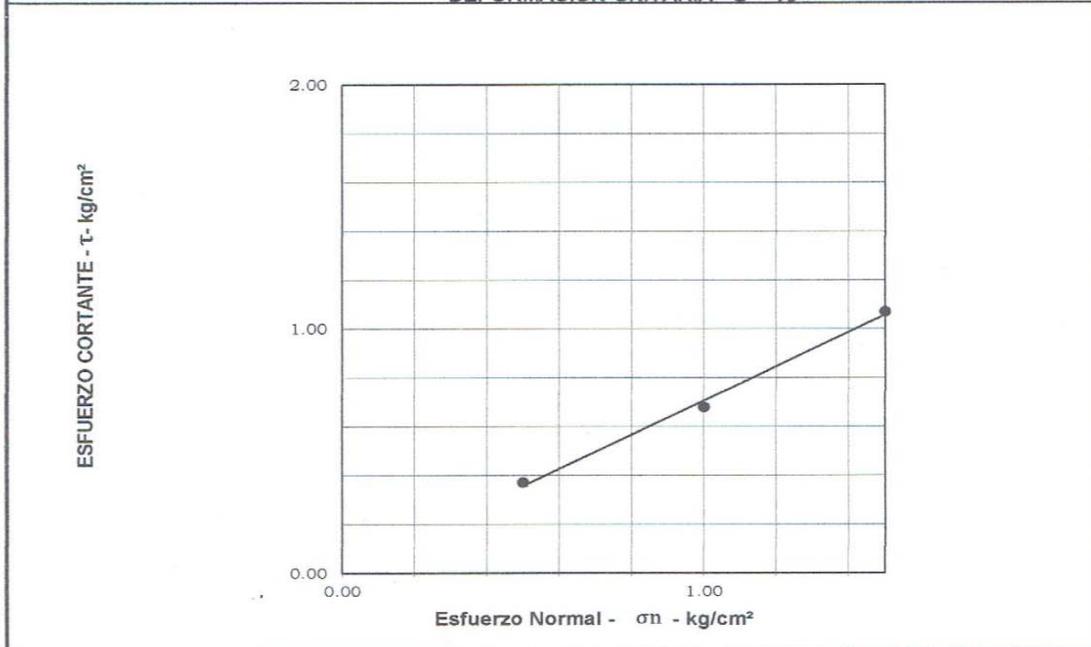
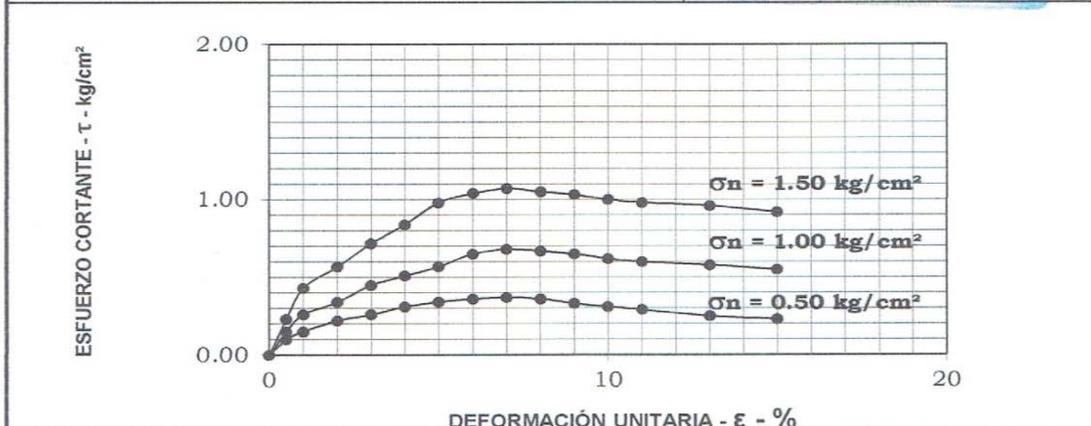
**Ing. Hermes A. Valdivia A.**  
**Jefe Laboratorio de Mecánica de Suelos**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080**

<b>Solicitante :</b> CARLOS ENRIQUE CORREA CHAPA	<b>Expediente:</b>
<b>Proyecto :</b> IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA MANCHAY-PACHACAMAC-LIMA 2018	DOT.C - LMS 156/2018
<b>Ubicación :</b> DISTRITO DE PACHACAMAC	<b>Responsable:</b> M.M.R.
<b>Calicata :</b> C - 2	<b>Fecha:</b>
<b>Muestra :</b> MAB <b>Profundidad :</b> 3.00m	19-11-18

<b>Ángulo de fricción interna del suelo :</b> 33.02 °	
<b>Cohesión Aparente del suelo :</b> 0.00 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Densidad Seca Promedio (yd&lt;N° 4) :</b> 1.61 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>Humedad Natural (%) :</b> 0.97 %	



Observación : Muestra Remoldeado a Densidad proporcionado por Solicitante

Yo, **Susy Giovana Ramos Gallegos**, docente de la Facultad de **Ingeniería**, Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada: **“Implementación de gaviones para mejorar la estabilidad de Taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay - Pachacamac- Lima -2018”**, del estudiante **Carlos Enrique Correa Chapa**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El 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.

Los Olivos, 13 de Junio del 2019.



SUSY G. RAMOS GALLEGOS  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P.N° 56823

Mgtr. Susy Giovana Ramos Gallegos  
D.N.I: 09715409  
**Asesor**



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

Implementación de georijos para mejorar la estabilidad de taludes en viviendas vulnerables del Sector La Fortaleza de Manchay - Pachacamac - Lima - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

por

CORREA CHAPA CARLOS ENRIQUE

Asesor

MIGUEL RAMOS GALLEGOS, SUSY GIOVANA

Línea de investigación

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA, PERÚ



SUSY RAMOS GALLEGOS INGENIERA CIVIL Reg. C.I.P. N° 56623



Resumen de coincidencias

23%

- 34 [baselcenterpersion.blog](#) <1% >  
Fuente de internet
- 35 [conexyol.net](#) <1% >  
Fuente de internet
- 36 Entregado a CONACYT <1% >  
Trabajo de estudiante
- 37 Entregado a Sistema L... <1% >  
Trabajo de estudiante
- 38 [es.scribd.com](#) <1% >  
Fuente de internet
- 39 García, "Dublet works" <1% >  
Bibliografía
- 40 [www.ana.gob.pe](#) <1% >  
Fuente de internet
- 41 [dispace.untruu.edu.pe](#) <1% >  
Fuente de internet
- 42 [www.resolseg.com](#) <1% >  
Fuente de internet
- 43 Entregado a Imperial C... <1% >



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN 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 Ingeniería Civil*

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*CORREA CHAPA, CARLOS ENRIQUE*

---

INFORME TITULADO:

*IMPLEMENTACIÓN DE GUIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA PASTAZA DE MANCHAY - PASTACAMAC - LIMA - 2018*

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

---

SUSTENTADO EN FECHA:

*05/12/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*14 (CATORCE)*

Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA**

**1. DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

CORREA CHAPA CARLOS ENRIQUE

D.N.I. : 02806950 N° Celular: 934117481 N° Telf. Fijo: .....

Domicilio : Hz. B, Lte. 10, ASOC. VIV. DIVINO JESÚS DE MANCHAY, PACHACAMA

E-mail : correa.carlostenrique.05@gmail.com

**2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS**

Facultad : INGENIERÍA

Escuela : INGENIERÍA CIVIL

Modalidad:

<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/> Pre Grado
Grado de Bachiller en : .....	<input checked="" type="checkbox"/> Tesis
.....	Título Profesional de: <u>INGENIERO CIVIL</u>
<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado	<input type="checkbox"/> Post Grado
Grado : .....	.....
Mención : .....	.....

**3. DATOS DE LA TESIS**

Autor (es) Apellidos y Nombres:

CORREA CHAPA CARLOS ENRIQUE

Título de la tesis:

IMPLEMENTACIÓN DE GAVIONES PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE TALUDES EN VIVIENDAS VULNERABLES DEL SECTOR LA FORTALEZA DE MANCHAY - PACHACAMA LIMA - 2018

Año de publicación : 2019

**4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:**

A través del presente documento;

AUTORIZO a publicar en texto completo.     NO AUTORIZO a publicar en texto completo.

Firma del autor: 

Fecha: 01/07/19