



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Aplicabilidad de muros de contención en cimentaciones inestables mediante la técnica del concreto prefabricado en Ate-Lima.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Ortega Cotrina, Angela Vanessa (ORCID: 0000-0003-0343-1327)

**ASESOR:**

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0011-8625-3989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

ATE - PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Dedicado con todo mi cariño y amor incondicional a mi primogénito, pues es mi fortaleza en los momentos más complicados y motivación para poder ser mejor persona. Del mismo modo, dedico este esfuerzo a mi madre, por haberme dejado todos los momentos memorables y a mi padre por apoyarme de inicio a fin en toda mi etapa académica.

## **AGRADECIMIENTO**

Un enorme agradecimiento a los docentes involucrados en mi formación profesional, por prepararme con sus conocimientos y anécdotas para responder frente a eventuales dificultades, del mismo modo, un gran agradecimiento al Ms. Ing. Aybar Arriola Gustavo Adolfo por asesorarme para alcanzar mi objetivo de ser Ingeniera Civil.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1 Tipo y diseño de Investigación .....	11
3.2 Variables y operacionalización.....	12
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	12
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos. ....	14
3.5 Procedimientos .....	17
3.6 Método de análisis de datos .....	25
3.7 Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN .....	60
VI. CONCLUSIONES .....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de estructuras de contención .....	10
Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión .....	13
Tabla 3. Técnicas de recolección de datos .....	15
Tabla 4. Resumen para la operación de un juicio de expertos .....	16
Tabla 5. Interpretación del valor del coeficiente alfa de Cronbach .....	16
Tabla 6. Instrumentos de recolección de datos. ....	17
Tabla 7. Ensayos determinantes del tipo de suelo.....	21
Tabla 8. Ensayos para el diseño .....	21
Tabla 9. Tipo de muro de sostenimiento .....	22
Tabla 10. Tipo de muro de sostenimiento según tecnología.....	22
Tabla 11. Requisitos físicos de bloques prefabricados ASTM C1372 .....	23
Tabla 12. Características de bloques de concreto prefabricado .....	24
Tabla 13. Valor de factores de seguridad .....	25
Tabla 14. Distribución de frecuencia 1 .....	29
Tabla 15. Distribución de frecuencia 2.....	31
Tabla 16. Distribución de frecuencia 3.....	33
Tabla 17. Distribución de frecuencia 4.....	35
Tabla 18. Distribución de frecuencia 5.....	37
Tabla 19. Análisis granulométrico .....	38
Tabla 20. Clasificación de suelos según SUCS .....	41
Tabla 21. Contenido de humedad del suelo ASTM D-2216-19.....	42
Tabla 22. Contenido de humedad del Ensayo N°1 .....	43
Tabla 23. Contenido de humedad del Ensayo N°2 .....	43
Tabla 24. Simbología S.U.C.S. ....	44
Tabla 25. Muro de contención según material y tecnología.....	45

Tabla 26. Estados del suelo.....	47
Tabla 27. Variables de coeficiente de presión activa.....	47
Tabla 28. Coeficiente de presión activa de Coulomb.....	49
Tabla 29. Longitud de geomalla según altura de muro.....	49
Tabla 30. Datos del suelo de relleno.....	53
Tabla 31. Matriz de consistencia.....	72
Tabla 32. Matriz de variables.....	73

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Muro de contención con la técnica de tierra armada. ....	8
Figura 2. Acabado estético del uso de bloques de concreto prefabricado. ....	9
Figura 3. Esquema del diseño de Investigación.....	11
Figura 4. Fases de trabajo. ....	17
Figura 5. Dimensiones de la guía de observación. ....	18
Figura 6. Descripción de pircas en la zona de estudio.....	19
Figura 7. Ejecución de calicata 1mx1mx3m.....	20
Figura 8. Tecnología sin mortero .....	23
Figura 9. Factores de seguridad de desplazamiento (a) y volcamiento (b).....	24
Figura 10. Cimentaciones de pircas (a) y cimentaciones de neumáticos (b) .....	27
Figura 11. Piedras de Pirca que se desprenden (a) y piedras de pirca que no se desprenden (b).....	28
Figura 12. Barra de frecuencia 1 .....	29
Figura 13. Piedras de pirca superpuestas ordenadamente (a) y piedras de pirca que no están superpuestas ordenadamente (b).....	30
Figura 14. Barra de frecuencia 2.....	31
Figura 15. Vivienda con dimensión promedio de piedras de pirca (a) y vivienda con sin una dimensión promedio de piedras de pirca (b).....	32
Figura 16. Barra de frecuencia 3.....	33
Figura 17. Pirca de piedras que sostiene una vivienda de madera (a) y pirca de piedras que sostiene una vivienda de albañilería.....	34
Figura 18. Barra de frecuencia 4.....	35
Figura 19. Medición de altura de pircas con medidor laser.....	36
Figura 20. Barra de frecuencia 5.....	37
Figura 21. Plano de ubicación de donde se tomó la muestra tomada. ....	39
Figura 22. Cuarteo de material (a) y tamizado (b).....	40

Figura 23. Curva granulométrica.....	41
Figura 24. Fuerzas actuantes en un muro de contención. ....	46
Figura 25. Estados del suelo.....	46
Figura 26. Coeficientes de presión activa de Coulomb.....	48
Figura 27. Colocación de geomalla para el refuerzo del suelo .....	50
Figura 28. Curva de compactación .....	51
Figura 29. Diagrama de Fuerza activa.....	53
Figura 30. Modelamiento de diseño (a) y verificación frente al vuelco y deslizamiento (b).....	56
Figura 31. Zona de estudio .....	85
Figura 32. Muro de rocas .....	85
Figura 33. Unión de rocas que no se desprenden .....	85
Figura 34. Unión de rocas que se desprenden .....	85
Figura 35. Vivienda 1 con cimentación de pircas.....	86
Figura 36. Vivienda 2 con cimentación de pircas.....	86
Figura 37. Vivienda 4 con cimentación pirca.....	86
Figura 38. Vivienda 3 con cimentación de pirca.....	86
Figura 39. Inicio de calicata .....	87
Figura 40. Calicata culminada.....	87
Figura 41. Medición 1 de calicata .....	87
Figura 42. Medición 2 de calicata .....	87
Figura 43. Mezclado del suelo .....	88
Figura 44. Cuarteo del suelo.....	88
Figura 45. Tamizado 1 de muestra .....	88
Figura 46. Tamizado 2 de muestra .....	88
Figura 47. Peso de muestra seca para granulometría .....	89
Figura 48. Ensayo de gravedad específica .....	89

Figura 49. Ensayo de Proctor .....	89
Figura 50. Ensayo de corte directo .....	89
Figura 51. Datos del proyecto .....	90
Figura 52. Datos del terreno .....	90
Figura 53. Modelamiento y datos de la estructura .....	91
Figura 54. Confiabilidad aceptable.....	91
Figura 55. Manual AB Engineering Manual.....	92
Figura 56. Diseño sustentable de prefabricados de concreto .....	93
Figura 57. Modelo NAHUE Block.....	94
Figura 58. Modelo MUROS MESA.....	94
Figura 59. Modelo King Block .....	95
Figura 60. Modelo Allan Block .....	95

## RESUMEN

El presente informe de investigación abordó el tema de la aplicabilidad de una técnica no convencional con el uso de concreto prefabricado en los muros de contención, ya que, existen muchas viviendas ubicadas en laderas que muestran la necesidad de contener el suelo del terreno.

El objetivo general del presente informe de investigación fue realizado con la finalidad de poder determinar la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima. Por ello, se planteó una metodología de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, donde el diseño fue no experimental de alcance descriptivo. El desarrollo teórico fue elaborado en base al uso del reglamento vigente, manuales de diseño, y revisión de variadas documentaciones académicas.

De acuerdo con el análisis elaborado, se concluye en primer lugar que las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima se encuentran vulnerables por ser ejecutadas de pircas de piedra en su gran mayoría, donde el 75% de las viviendas observadas no tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas (se desprenden), mostrando la necesidad de una propuesta diferente. En ese sentido, conociendo la necesidad de una estructura, se procedió a conocer las características del suelo, mediante la extracción de una muestra de 80 kg de una calicata elaborada en la zona de estudio ubicado en Huaycán, la cual, se concluyó en que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no están caracterizadas por tener un suelo orgánico, ya que, fue clasificada según S.U.C.S. como SP caracterizada por arena mal graduada. Por último, concluyó en que el diseño del uso de la técnica de concreto prefabricado para muros de retención de tierras de 3m de altura (9.84 pies) se diseñaría de tipo tierra forzada con geomallas, la cual, el factor de seguridad frente al desplazamiento resolvió ser de 2.95 y el factor de seguridad frente al volcamiento mostró ser 6.83, siendo así una estructura aceptable.

**Palabras clave:** Aplicabilidad, prefabricado, contención, laderas, cimentación, suelo, calicata, geomallas, seguridad, desplazamiento y volcamiento.

## **ABSTRACT**

This research report addressed the issue of the applicability of an unconventional technique using precast concrete in the retaining walls, since there are many homes located on slopes that show the need to contain the soil of the land.

The general objective of this research report was carried out in order to determine the applicability regarding the use of precast concrete in retaining walls for houses with unstable foundations in the Ate-Lima district. For this reason, a quantitative approach methodology was proposed, of an applied type, where the design was non-experimental with a descriptive scope. The theoretical development was prepared based on the use of current regulations, design manuals, and review of various academic documentation.

According to the analysis carried out, it is concluded in the first place that the characteristics of the unstable foundations in the houses of the Ate-Lima district are vulnerable because they are mostly made of stone pillars, where 75% of the houses observed, they do not have well secured the union of the pircas stones (they come off), showing the need for a different proposal. In that sense, knowing the need for a structure, the soil characteristics were preceded by extracting an 80 kg sample from a pit made in the study area located in Huaycán, which, it was concluded that the Homes with unstable foundations in the Ate district are not characterized by having organic soil, since it was classified according to SUCS as SP characterized by poorly graded sand. Finally, it concluded that the design of the use of the precast concrete technique for earth retaining walls 3m high (9.84 feet) would be designed as a forced earth type with geogrids, which, the safety factor against displacement solved be 2.95 and the safety factor against overturning showed to be 6.83, thus being an acceptable structure.

**Keywords:** Applicability, precast, containment, slopes, foundation, soil, pit, geogrids, security, displacement and overturning.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en los diferentes Asentamientos Humanos de la provincia de Lima, existe una importante cantidad de viviendas que están ubicados en pendientes, por ello, la condición propia del terreno la caracteriza con alto grado de inestabilidad, en tal sentido, Córdova (2017) mencionó que los Asentamientos Humanos están caracterizados por su vulneración física, pues se encuentran ubicadas en laderas. Del mismo modo, INDECI (2017) mencionó que según la estadística del INEI 2017, la cual, mostró un eventual escenario sísmico de 8.8 Mw (magnitud momento) para Lima Metropolitana y Callao, expone que habría 353 496 viviendas destruidas y 623 882 viviendas inhabitables.

En consecuencia, en el panorama de un eventual movimiento telúrico esperado en la provincia de Lima, se suma el desconocimiento de sistemas innovadores para poder acortar o evitar las pérdidas humanas y materiales. Por ello, el presente informe de investigación resalta la importancia del concreto prefabricado para estabilizar las cimentaciones inestables, mediante muros de contención. En tal sentido, respecto a la sustentabilidad del uso de concreto prefabricado, Frías Angélica (2014) manifestó que la industria de la construcción tiene como desafío en su lineamiento estratégico la importancia de limpios procesos de producción, la cual, involucra mayor eficiencia y mejor rendimiento con la finalidad de aportar en la conservación de nuestro hábitat.

Por ello, Murray y Tennant (2014) manifestaron que conocer y comprender significativamente los medios y métodos de la tecnología en la construcción es importante y fundamental para el buen desempeño de un ingeniero civil. Por tal, se da en cuestión ¿Cómo podemos determinar la aplicabilidad del concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima? En respuesta a la interrogante, se realizó el estudio denominado “Aplicabilidad de muros de contención en cimentaciones inestables mediante la técnica del concreto prefabricado en Ate-Lima.

El estudio se justificó en la necesidad de conocer una alternativa que pueda aplicarse ante la problemática existente, ya que, la calidad del terreno refleja la necesidad de contenerlo por encontrarse en desniveles de gran proporción en algunos casos. Además, el informe de investigación también se justifica en la importancia de evitar pérdidas materiales, pérdidas humanas debido a la arbitrariedad en la construcción de los muros de contención, entre otros, haciendo uso de las nuevas alternativas en que la ingeniería propone en función a la vulnerabilidad del entorno. Del mismo modo, el informe se justifica por dar a conocer el consumo de productos hacia una construcción sostenible, ya que, el concreto según Frías Angélica (2014) es el material mayor frecuentado para construir después del agua y se pretende mantener la producción eficiente generando una sustentabilidad en la industria.

Además, el estudio se justificó en la importancia de utilizar sistemas no convencionales como lo es el uso del concreto prefabricado, ya que, existen países que priorizan el uso de sistemas innovadores en las obras civiles, dando mejor visión a los proyectos de gran envergadura, y Perú según la Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM) en su reporte estadístico de Octubre 2020 menciona que la producción del cemento es 17.3% mayor que el 2019, en tal sentido, se justifica en poder mejorar el uso del cemento para generar un concreto de mejor calidad y estandarizado según la dosificación que se requiera para aportar en que las obras civiles sean ejecutas en menor tiempo y se den uso inmediato.

Por ello, el presente objetivo general de la investigación es determinar la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima. Por lo tanto, el objetivo general está sujeto al conocimiento de los siguientes factores: conocimiento del factor que está sujeto a las características del terreno (cimentación inestable), el factor que está en función a la teoría y conocimiento del suelo orgánico (desfavorable) y por último el factor que menciona el cumplimiento de la seguridad según su diseño basado en la normativa vigente.

En tal sentido, el primer objetivo específico del presente informe de investigación es dar a conocer las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima. Es por ello, que el instrumento de evaluación seleccionado deberá aportar en la descripción de forma inmediata y comparativa.

En cuanto al segundo objetivo específico, pretende corroborar si las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico, pues al respecto Hu, Jia, Wang y Wei (2018) mencionó que un suelo orgánico no es apropiado para la ingeniería, ya que, posee una baja resistencia inclusive posteriormente al refuerzo.

Y, por último, el tercer objetivo específico está asignado a demostrar el cumplimiento de los factores de seguridad en el diseño de muro de contención con la técnica del concreto prefabricado, pues el concreto prefabricado es un elemento novedoso sin recurrencia en retención de tierras para viviendas a nivel nacional, sin embargo, este deberá mostrar cumplimiento seguridad al vuelco, sismicidad y deslizamiento según lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En cuanto a la hipótesis, del informe de investigación Monterrey y Gomez-Restrepo (2007) mencionó que está caracterizado por ser la respuesta al problema planteado en la investigación. Por ello, tiene dos valores veraces (verdadero o falso), en consecuencia, se plantea el estudio de la investigación para alcanzar la veracidad que corresponde al tema de investigación, es decir, se obtienen resultados que respaldan los argumentos necesarios para brindar respuesta a la interrogante del estudio. Por lo tanto, con el respaldo de los resultados de los factores predispuestos en cada objetivo se manifiesta que los muros de contención mediante la técnica del concreto prefabricado son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

## II. MARCO TEÓRICO

Zanelli (2019) realizó una investigación sobre la evaluación de pircas, cuyo objetivo fue analizar la vulnerabilidad que podría enfrentar una cimentación de pircas frente a un sismo ubicadas en laderas del distrito de Carabayllo. En ese sentido, mencionó la caracterización representativa de 3 pircas, describiéndolas en una encuesta realizada subjetivamente. Por ello, calificó a una estructura de pircas como inestables y precarias mencionando que en S.J.L colapsaron en respuesta al sismo de Pisco ocurrido en el año 2007. Además, las describió como precarias y compuestas de rocas y rellenas por las misma, pudiendo tener una altura de 4 m. El trabajo concluyó en que las viviendas con cimentación de pircas podrían colapsar en respuesta frente a un sismo debido al ejercicio del empuje de la fuerza activa del relleno.

Flores (2017) cuya investigación tuvo como objetivo principal la evaluación de la eficacia del diseño del muro de contención con significativa altura utilizando la tierra armada a diferencia del uso del concreto armado en los muros de contención convencionales. La investigación fue descriptiva y comparativa, los materiales y equipos utilizados fueron una estación total, prisma, jalones, wincha, libreta de topografía, estacas, etc. La conclusión brindada fue que no existe una base de información que demuestre estadísticamente que una proporcione más eficacia entre el diseño de muro de contención convencional y el muro de contención con la técnica de tierra armada.

Chávez, Gastelú y Vicente (2016) cuya investigación dio al objetivo general de desarrollar una propuesta diferente e innovadora, en lo cual, se resalta el uso de sistemas industrializados para ejecutar casas con la intención de ahorrar tiempo y ofrecer rentabilidad. La investigación tuvo una conclusión aceptando que tiene mejor rentabilidad el sistema prefabricado en los proyectos con flujo financiero, sin embargo, en los proyectos inmobiliarios no tiene la misma característica debido al valor agregado de las tierras, pues tiene el sobre costo como inversión privada.

Nader (2018) realizó una investigación respecto a el análisis de la viabilidad de ejecutar un muro de contención caracterizado por ser de gravedad a través del uso de llantas sin uso. El tipo de investigación fue documental, además el diseño de la investigación empleó un método mixto de enfoque cualitativo y cuantitativo. En tal sentido, se concluyó la investigación que utilizar llantas desechadas (neumáticos) constituye una labor fácil de operar, e incluso el presupuesto resulta de menor costo a comparación del uso tradicional del concreto reforzado, disminuyendo en 60 % el valor del costo. Además, se presentó que resultó aprovechable y viable el uso de los mencionados neumáticos por la formar de reciclaje que se implantaría en la propuesta.

Ninanya y Melgar (2016) cuya investigación estuvo enfocada en poder contribuir con la investigación respecto al uso del concreto en Perú, a través del uso de aditivos químicos nuevos. En tal sentido, el estudio fue evaluada como una investigación bibliográfica - estudio experimental, en la cual se operó una mezcla de prueba, protocolo de prueba y un plan experimental. En conclusión, las proporciones que relacionan agua/finos que fueron recomendadas sirvieron de gran aporte para el control del diseño del CAC (concreto autocompactante).

En la investigación de Jara (2008) sobre la aplicación de nuevos materiales para el diseño de estructuras de retención de tierras y la interacción sobre el terreno para el empleo en las obras de infraestructura, tuvo como objetivo general el estudio de realizar una evaluación sobre el uso de materiales que componen el diseño para la construcción de estructuras de retención de tierras en obras viarias. En la investigación, mencionó que los muros prefabricados han demostrado en las últimas décadas una nueva alternativa para dar solución por su funcionalidad resistente y ecológica, ya que, están fabricadas principalmente de hormigón elaborado por un mercado industrializado, la cual, en algunos casos para mejor comportamiento a flexión es acompañada con refuerzos.

López (2018) presentó una investigación enfocada en la realización de poder comparar la estrategia que se realizó en el año 2009 respecto al acondicionamiento de los taludes que existieron por los deslizamientos y la propuesta optada en el año 2018 en la presente investigación. La ventaja económica de lo propuesto se debió al tratarse de una pieza prefabricada simple y perfectamente escalable. En conclusión, se dio a conocer que los elementos prefabricados reducen considerablemente el tiempo de culminación de un proyecto, además los módulos de contención prefabricado es elemento que resultó faltante en las obras para contener tierras.

Lucero, Pachacama y Rodríguez (2012) realizaron un proyecto de investigación con el objetivo de crear un manual que sea práctico y simplificado para analizar y diseñar muros de contención y revestimiento, para el aprovechamiento de los estudiantes como una guía para resolver de forma práctica y adecuada los distintos diseños. El trabajo se justificó con la realidad de la problemática que se vive por la inestabilidad de taludes que causan daños a viviendas aledañas, carreteras e incluso vidas humanas. Se concluyó que el diseño depende en primer lugar de las características que acondiciona de la estructura y de la tierra que tendría que ser soportada.

Sánchez (2019) cuya investigación se enfocó en iniciar una base de datos detallado donde incluya los parámetros geotécnicos de los suelos con características de inestabilidad del Cantó Cuenca. La justificación empleada fue la problemática de las diferentes laderas sujetas por su acondicionamiento geográfico a ser inestables abordando problemas de carácter social, económico e incluso social. La conclusión fue haber encontrado zonas con material coluvial en taludes de 6 y 9 m, también homogeneidad significativa de material fino negro generando la sensación de contener plasticidad.

Morales (2004) cuya investigación estuvo enfocada en realizar un plan de guía técnica para el uso del sistema prefabricado t-wall en los muros de contención de tierras, en tal sentido se busca dar beneficio a la práctica de ejercer ingeniería civil haciendo uso de la investigación que se realizó. También, se desea presentar la solución a menor costo y tiempo sin dejar de lado la calidad en la ejecución de muros de contención utilizando concreto prefabricado. El trabajo se resumió en mencionar conceptos, mención de análisis de diseño del muro, el procedimiento de ejecución de las unidades t-wall y la construcción básica de uno de los sistemas. La conclusión fue que el muro prefabricado t-wall soluciona apropiadamente el diseño, ya que, la ejecución es rápida, con resultados de geometría flexible donde minimiza los esfuerzos al construirlo, además de prolongar la durabilidad de la estructura.

Anguiano (2015) quien realizó un estudio enfocado en evaluar la estructura que estuvo sujeta a resistir empujes horizontales de diversas materias, sólidos, líquido y granulados, considerando los efectos del vuelco, peso propio y deslizamiento. El trabajo estuvo justificado en que existe demasiadas áreas en la rama de estructuras de la carrera de Ingeniería Civil, por ello, se justifica en mencionar y determinar las fuerza que ejerce la tierra en las estructuras que pretenden detenerlas. En tal sentido, la investigación concluyó en que los diseños en mampostería de los muros de contención adquieren resistencia por su propio peso, la ventaja principal de este tipo de diseño es que no requiere concreto armado, y por ello, cumple con una apropiada altura, sin embargo, si estas son excedidas a una altura mayor de 6 m, este tipo de muro de contención presenta fallas grandes, que trae como consecuencia el colapso.

Khoury Industries (2019) realizo un manual de Instalación para muros de contención prefabricado Allan Block, donde menciona que el sistema de muros de contención Allan Block simplifica la construcción, haciéndolo confiable y eficiente en el mercado. Una de las características del sistema de concreto prefabricado Allan Block es el sistema de Núcleos Huecos, pues provee muchos beneficios,

como lo es el desagüe superior, mejor resistencia en húmedos ambientes, fácil manejo, rápida instalación, mano de obra reducida, etc. Además, el sistema Allan block menciona el tipo de muro de contención adecuado para el concreto prefabricado según la características y condición del terreno. En conclusión, los muros de contención de gravedad utilizando concreto prefabricado pueden ser colocados con una inclinación de  $12^\circ$  (referencia) a una altura hasta 1.8 m sin ser reforzado con un talud de 3:1 o nivelado. Además, podría utilizarse el diseño de muro de contención con suelo reforzado con el refuerzo de geomallas partiendo de 3.00 m. de altura como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Muro de contención con la técnica de tierra armada.

Fuente: Khoury Industries

PREFHORVISA (2017) publicó un catálogo general, en la cual, mencionó que la construcción realizada con bloques remonta desde hace muchos siglos, pues los materiales en un principio estuvieron constituidos por la piedra natural. En tal sentido, la Asociación Nacional de Fabricantes de Bloque y Mampostería de Hormigón de España trabaja velando por la renovada calidad del producto.

Además, se resaltó que un apropiado diseño del uso de bloques con hormigón en muros de contención se encuentra resumida en seleccionar el contexto donde ejecutará el muro de contención, además se deberá fijar el alto y geometría de la futura construcción y por último realizar el cálculo de la envoltura del muro, refiriéndose así a la inclinación según el tamaño y peso del bloque para la determinación de la envoltura del muro como se muestra en la Figura 2.

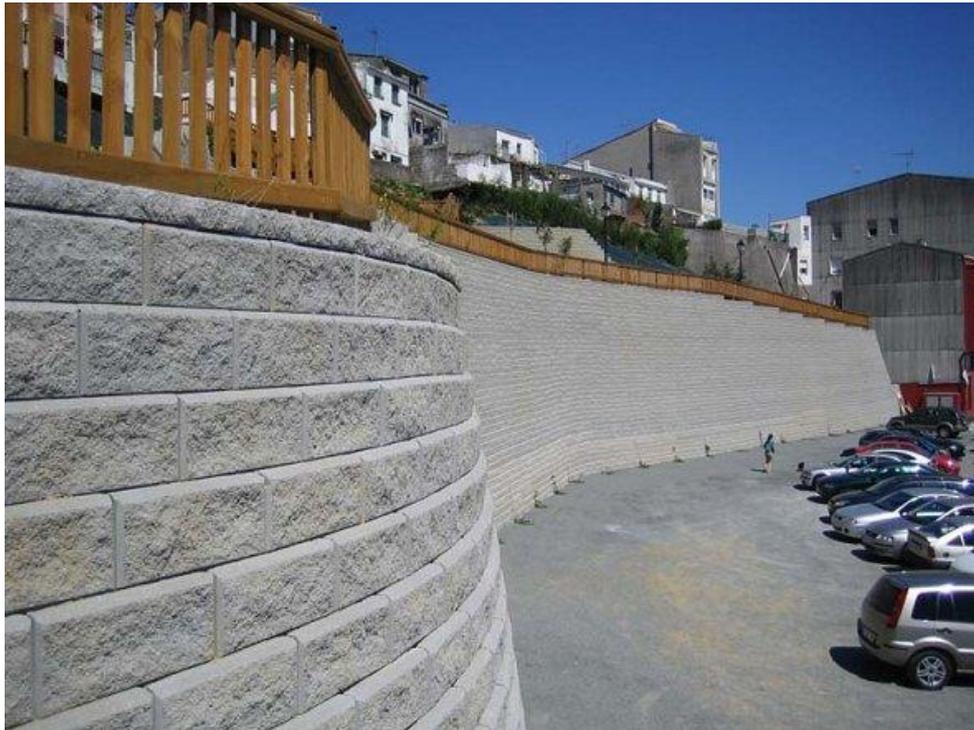


Figura 2. Acabado estético del uso de bloques de concreto prefabricado.

Fuente: PREFHORVISA (2017)

Zakrzewska y Korentz (2020) en la publicación de su artículo sobre muros de contención mencionaron que las estructuras que involucra a la contención de tierras corresponden a la ingeniería más antigua. Por ello, mencionan que las estructuras más importantes de retención son los muros de contención del tipo gravedad, los muros empotrados y las paredes compuestas. Además, mencionó que la clasificación de los muros de retención podría calificarse según el material utilizado, el método de trabajo o la tecnología de producción como se muestra en la Tabla 1 de clasificación de estructuras de contención. La conclusión involucró al elemento finito como método que analiza diferentes variantes a la hora del diseño, además

de poder seleccionar la solución más eficiente según condiciones determinadas. En ese sentido, mencionó que el uso de un software moderno permite el cambio de los diferentes parámetros, insertar las características del plan, material utilizado y valor de cargas.

**Tabla 1. Clasificación de estructuras de contención**

<b>Clasificación de estructuras de contención</b>			
<b>Según material</b>	<b>Según método de transferencia</b>	<b>Según carga de trabajo</b>	<b>Según su tecnología de producción</b>
Concreto sin acabados	A través de la base	indeformable (presión estática)	Monolítico
Concreto reforzado	Por el plano lateral	deformable (presión activa y pasiva)	Prefabricado
Acero	A través de anclas		
Madera			
Geosintéticos	Compuesta		
Otros			

Fuente: Artículo sobre análisis numérico en las estructuras de retención.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de Investigación

##### Tipo de Investigación

La investigación se consideró de tipo Aplicada, debido a la descripción que dio a conocer el Artículo 5 del Reglamento de RENACYT (Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de los Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica), la cual, según la publicación de El Peruano (2018), Ley 30806 mencionó estar dirigido a un conocimiento por medio de nuevas tecnologías, por ello, pretende cubrir una carencia identificada y específica.

##### Diseño de Investigación

Del mismo modo, el diseño de investigación según Hernández, Fernández y Baptista (6ta edición-2014) lo consideró como el plan para validar si es asertiva o no es asertiva la hipótesis. Además, mencionó que en el proceso de investigación cuantitativa se dispondrá del diseño de investigación experimental y no experimental. En tal sentido, el diseño del presente trabajo se planteó como una investigación no experimental, pues se caracterizó en no generar una nueva situación, ya que, se observó la situación existente, sin embargo, este tipo de investigación es dividida en transeccional (Explorativa, Descriptiva o Correlacional-Causal) y longitudinal. Es por ello, que el diseño de investigación fue No experimental-Transeccional-Descriptiva como lo muestra la Figura 3, pues se indagó la incidencia en una población.

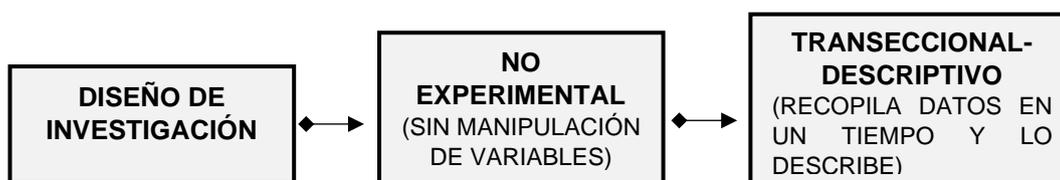


Figura 3. Esquema del diseño de Investigación

Fuente: Hernández, Fernández y Baptista (2014)

## 3.2 Variables y operacionalización

### Variables

Las variables enmarcadas como cuantitativa, tuvieron que estar desprendidas de las hipótesis, a diferencia de las variables cualitativas que deberán estar extraídas de la descripción del problema. En tal sentido, las variables de una investigación cuantitativa fueron clasificadas como independiente y dependientes (Gómez, 2012, pag.33).

#### Variable Independiente (x):

**Muros de contención prefabricado.** - Según Morales (2004) los muros de contención prefabricado representan una solución con un diseño apropiado, además ofrece una rápida construcción y prolonga la permanencia del muro.

#### Variable Dependiente (y):

**Cimentación Inestable.** - Según Sánchez y Sumba (2019) el problema de la inestabilidad del suelo está diversificada y agrupada según su origen, propiedades, granulometría, en tal sentido, los suelos podrían agruparse en función a los materiales sobre la que están desarrolladas.

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

### Población

En cuanto a población los autores Arias, Villasís y Miranda (2016) consideraron aclarar sobre el concepto de población, pues el término no refiere únicamente a personas, ya que, también podría considerarse a muestras biológicas, animales, expedientes, organizaciones, familias, etc. Por ello, al referirse sobre una población en una investigación, la definición engloba a un universo de estudio.

En tal sentido, la población de estudio fueron las viviendas vulnerables por su condición geográfica, las cuales, se caracterizaron por tener cimentaciones inestables, por tal, requieren la ejecución de muros de retención de tierras por encontrarse en laderas correspondientes a la jurisdicción territorial del distrito de Ate, provincia de Lima (Ver tabla 2).

- **Criterios de inclusión:** Se definió como las características que proporciona el objeto de estudio para impulsar la investigación. Por ello, los criterios de inclusión podrían ser el nivel socioeconómico, la edad, el grado de estudio u otros (Arias, Villasís y Miranda, 2016).
- **Criterios de exclusión:** Se definió como condición que representa la modificación de resultados, en consecuencia, estas características brindan el grado de no elegible para la investigación (Arias, Villasís y Miranda, 2016).

**Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión**

<b>Criterio de inclusión</b>	<b>Criterio de exclusión</b>
Viviendas ubicadas en el distrito de Ate-Lima.	Viviendas fuera de la jurisdicción de Ate-Lima.
Viviendas con alto grado de vulnerabilidad sísmica.	Viviendas ejecutadas con posibilidad de respuesta frente a un movimiento sísmico.
Viviendas con cimentaciones inestables.	Viviendas sin grado de pendientes.
Familias con bajos recursos económicos.	Familias con grandes posibilidades de mejorar su nivel socioeconómico.

Fuente: Elaboración propia

## **Muestra**

La muestra fue seleccionada por conveniencia, la cual, estuvo enfocada en una vivienda con cimentación inestable que manifestó la necesidad de un muro de contención en la zona del Asentamiento Humano de la Comunidad Autogestionaria de Huaycán-Ate.

## **Muestreo**

Al respecto Otzen y Manterola (2017), mencionaron que la muestra es obtenida por la técnica de muestreo probabilístico o no probabilístico. En tal sentido, el muestreo probabilístico da conocimiento de la probabilidad que cada individuo posee al ser elegido en la muestra al azar, a diferencia del muestreo no probabilístico que no fue seleccionado al azar, pues su selección dependió de ciertos criterios o características.

Por ello, el informe de investigación presentó un muestreo no probabilístico, por considerar particularidades en la muestra investigada.

## **Unidad de análisis**

Fueron Viviendas con cimentación inestables que representan la necesidad de un muro de contención.

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.**

#### **Técnica de recolección de datos**

Según López y Pérez (2011), definieron que las técnicas de recolección de datos son quienes aportan información de manera lógica y ordenada, la cual, destaca la encuesta y entrevista por el aporte del acercamiento hacia la población.

En ese sentido, se presenta la Tabla 3, donde las técnicas de recolección de datos fueron la técnica de observación de campo, las fichas establecidas por los laboratorios de ensayos y los manuales técnicos y reglamentos vigentes.

**Tabla 3. Técnicas de recolección de datos**

<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Técnicas de recolección de datos</b>
O.G.: Determinar la aplicabilidad	O.E.1: Factor visual	Técnica de la observación de Campo.
	O.E.2: Factor terrenal	Fichas para el uso en laboratorio.
	O.E.3: Factor de diseño	Uso de material teórico.

Fuente: Elaboración propia

### **Instrumentos de recolección de datos**

Al respecto mencionó Hernández, Fernández y Baptista (6ta edición-2014), que un instrumento de recolección de datos es el recurso utilizado por el investigador con el objeto de registrar información sobre las variables estudiadas, la cual, debe poseer confiabilidad, validez y objetividad. En tal sentido, mencionaron que la validez de expertos es denominada “voces calificadas”, pues el grado de la medida del instrumento es bajo su aceptación.

Por ello, Escobar y Cuervo (2008) mencionaron que el invitado experto emite un juicio por la trayectoria en su materia, por lo cual, están caracterizados por la experiencia, reputación, motivación al ser participe e imparcialidad, pues demuestran confianza y adaptabilidad. En ese contexto, mostraron una guía a tener en cuenta para la elaboración de un juicio de expertos, la cual, permite ordenar la información con el objeto de concluir el proceso con mayor eficiencia (Ver tabla 4).

**Tabla 4. Resumen para la operación de un juicio de expertos**

<b>Resumen para la operación de un juicio de expertos</b>
1. Identificar el objetivo del juicio de expertos.
2. Selección de los profesionales.
3. Explicitar las dimensiones e indicadores de cada ítem.
4. Dar a conocer el objetivo de la prueba.
5. Establecer las diferencias de las dimensiones de la prueba.
6. Diseño de formato.
7. Cálculo de la concordancia entre jueces.

Fuente: Escobar y Cuervo (2008)

Respecto a la confiabilidad que representa un cuestionario existe el método de consistencia interna, por tal, Frías (2021) mencionó que la fiabilidad interna del instrumento podría estimarse con el Alfa de Cronbach (Ver tabla 5) o de Omega de McDonald, quienes permiten la estimación de fiabilidad del instrumento mediante los ítems.

**Tabla 5. Interpretación del valor del coeficiente alfa de Cronbach**

<b>Magnitud</b>	<b>Rango de <math>\alpha</math></b>
Excelente	Coeficiente alfa >0.9 a 0.95
Bueno	Coeficiente alfa >0.8
Aceptable	Coeficiente alfa >0.7
Cuestionable	Coeficiente alfa >0.6
Pobre	Coeficiente alfa >0.5
Inaceptable	Coeficiente alfa <0.5

Fuente: Frías Navarro (2021)

Por ello, se presentaron los instrumentos de recolección de datos según las técnicas presentadas para cada objetivo específico, la cual, están expuestas en la siguiente tabla (Ver tabla 6).

**Tabla 6. Instrumentos de recolección de datos.**

Objetivos	Técnica	Instrumento
O.E.1	Observación	Guía de observación y Programa IBM SPSS Statistics 21.
O.E.2	Pruebas de laboratorio	Herramientas, cámara de video e instrumentos calibrados.
O.E.3	Documentos (Análisis de documentos)	Manual Técnico de diseño, Reglamento Nacional e internacional.

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Procedimientos

El procedimiento estuvo dividido en 5 etapas generales las que involucró el uso de las técnicas de recolección de datos para alcanzar los objetivos presentados, del mismo modo, se aplicó los instrumentos de recolección de datos, por lo cual, se ejecutó el trabajo en campo y gabinete para conllevar las conclusiones como se muestra en la Figura 3.

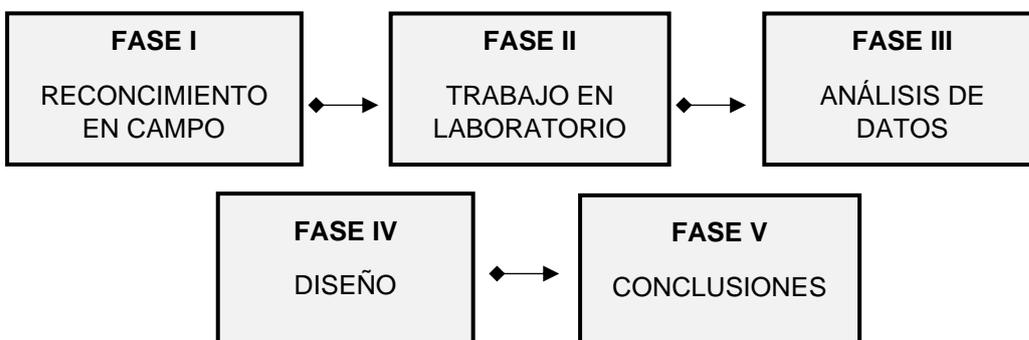


Figura 4. Fases de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

## Características de las cimentaciones inestables

Dando inicio al procedimiento del informe de procedió a la aplicación de la guía de observación, la cual, tuvo como objeto conocer las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima. La guía fue un almacenamiento de información ordenada para poder rescatar las características superfluas visuales que se pueden apreciar en las viviendas de la zona de estudio.

En ese sentido, la información obtenida en campo y rescatada en la guía de observación, fue procesada en el Programa IBM SPSS Statistics 21. Para la cual, se pudo realizar un análisis comparativo de la problemática estudiada en el informe de investigación, la cual, tiene una respuesta en la localidad utilizando cimentaciones inestables piedras sueltas (pircas). Al respecto, se resalta el uso de las pircas, ya que, se aprecia su elección en gran parte de la zona estudiada. Por ello, Zanelli (2019) mencionó que gran parte de las casas ubicadas en laderas no cuentan con acceso de servicio básico, y sus accesos son senderos escarpados, en tal sentido, las viviendas son edificadas sobre pircas como se muestra la Figura 6 (proveniente del quechua prica, que significa pared o cerco de piedras).

Por ello, se procesó los resultados de la guía de observación de una prueba piloto de la descripción de 15 viviendas con cimentación inestable, la cual, el grado de confiabilidad aceptable permitió la descripción final de 20 viviendas, por ello, se dividió en 3 dimensiones como se muestra en la Figura 5.

Guía de observación	
Dimensiones	1. Estabilidad
	2. Resistencia
	3. Rigidez

Figura 5. Dimensiones de la guía de observación.

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Descripción de pircas en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia

### **Características físicas del suelo**

Continuando, se coordinó con la propietaria del predio ubicado en la zona M de la Comunidad Autogestionaria de Huaycán, quien autorizó y dio consentimiento para la realización de una calicata de dimensiones de 1m de largo x 1m de ancho y 3m de profundidad como se muestra en la Figura 7. En tal sentido, la Norma ASTM D-420-19 (2018), mencionó que una investigación donde se identifica un material del subsuelo, puede implicar técnicas simples y/o complejas, pues la condición del subsuelo en un sitio es generalmente la respuesta sobre una combinación de aspectos naturales, climáticos y geológicos. Por ello, se ejecutó la calicata y llevó la muestra al laboratorio de ensayo de materiales MASTERLEM S.A.C. ubicado en la Av. Circunvalación, Huachipa - Lima para operar los siguientes ensayos:

En ese sentido, el R.N.E. C.E. 020 (2012) resaltó el concepto de suelo orgánico mencionando que se caracteriza por ser de color oscuro, con una variación mayor al 25% respecto al límite líquido del suelo seco por el aire y secado en el horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  en el tiempo de 24 horas. Además, el

R.N.E. E. 050 (2018) mencionó en el Art. 24, que no es recomendable realizar una cimentación sobre los siguientes materiales, relleno de desmonte, suelo orgánico, etc. Ya que, los mencionados materiales no aceptados, tendrán que ser removidos y remplazados por un material adecuado.

Por ello, se realizó los siguientes ensayos (Ver tabla 7) para poder determinar las características físicas del suelo y corroborar si las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate se caracterizan por tener un suelo orgánico.



Figura 7. Ejecución de calicata 1mx1mx3m  
Fuente elaboración propia

**Tabla 7. Ensayos determinantes del tipo de suelo**

<b>Ítem</b>	<b>Ensayos propuestos</b>
1	Análisis Granulométrico del suelo ASTM D422
2	Limite líquido y plástico ASTM D4318

Fuente: Elaboración propia

### **Diseño de muro de contención**

Por último, se procedió con el diseño de un muro de contención con la técnica de concreto prefabricado. Para ello, se utilizó la muestra de 80 kg transportadas en el laboratorio MASTERLEM S.A.C. para adicionar los ensayos restantes de Ensayo de Corte Directo, Gravedad Específica y Ensayo de Proctor que se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8. Ensayos para el diseño**

<b>Ítem</b>	<b>Ensayos para el diseño</b>
1	Análisis Granulométrico del suelo ASTM D422
2	Limite líquido y plástico ASTM D4318
3	Ensayo Triaxial y/o Corte Directo
4	Gravedad Específica
5	Ensayo de Proctor

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, con los datos del laboratorio brindados se procedió a mencionar el tipo de muro de contención, según denominación del Reglamento Nacional de Edificaciones como se muestra en la Tabla 9 y Tabla 10.

**Tabla 9. Tipo de muro de sostenimiento**

<b>Muros de sostenimiento</b>	<b>H</b>
Muros de gravedad	$H \leq 5\text{m}$
Muro de semigravedad	$H \leq 5\text{m}$
Muro en voladizo	$H \leq 10\text{m}$
Muro en voladizo con contrafuertes	$H > 10\text{m}$

Fuente: R.N.E. C.E. 020 Estabilización de taludes

**Tabla 10. Tipo de muro de sostenimiento según tecnología**

<b>Según muro de sostenimiento</b>	<b>Según material y tecnología constructiva</b>
Muro de gravedad y semigravedad	Muros encribado
	Muros de gaviones
	Muros de concreto masivo
Muro en voladizo y en voladizo con contrafuertes	Muro de tierra armada
	Muro de Concreto reforzado

Fuente: R.N.E. C.E. 020 Estabilización de taludes

Además, en cuanto al diseño del muro de contención prefabricado la Norma Internacional ASTM C1372 (2017), dio mención sobre la importancia de cubrir las especificaciones sobre las unidades segmentarias elaboradas en hormigón seco (concreto prefabricado) representando en la Tabla 11 las especificaciones por segmento de hormigón prefabricado, además resaltó que su diseño remonta a la utilidad de su construcción en cuanto a muros de contención, donde señaló que su calidad dependerá de una solidez libre de grietas.

**Tabla 11. Requisitos físicos de bloques prefabricados ASTM C1372**

<b>Resistencia a la compresión promedio neta mínima requerida, psi (MPa)</b>		
Promedio de 3 und.	Unidad individual	
3000 psi (20.7 Mpa)	2500 psi (17.2 Mpa)	
<b>Requisitos máximos de absorción de agua, lb / ft3 (kg / m3)</b>		
Clasificación de peso Densidad del concreto secado al horno lb / ft3 (kg / m3)		
Peso ligero	Peso medio	Peso normal
18 lb/ft3 (288 kg/m3)	15 lb/ft3 (240 kg/m3)	13lb/ft3 (208 kg /m3)

Fuente: ASTM C1372

Por ello, se tuvo en cuenta las características propicias del concreto prefabricado denominado tecnología sin mortero en bloque (Ver figura 8) para llevar a cabo el diseño, mostrando a continuación unas recomendaciones.

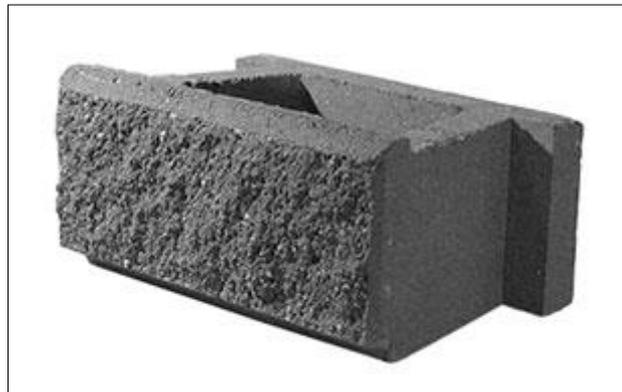


Figura 8. Tecnología sin mortero

Fuente: Sistema Allan Block

**Tabla 12. Características de bloques de concreto prefabricado**

Características de bloques de concreto prefabricado aprobadas		
Inclinación	Peso	Dimensiones
3°	35 kg	30x20x46 cm
3°	35 kg	20x30x46 cm
6°	35 kg	20x30x46 cm
12°	35 kg	20x30x46 cm
12°	34 kg	30x20x46 cm

Fuente: Sistema Allan Block

Reconocido la característica propicia del concreto prefabricado como lo mostró el sistema Allan Block en la Tabla 12, se realizó el diseño de muro de contención, reconociéndolo según el tipo de muro de sostenimiento que menciona el R.N.E. C.E. 020.

En ese sentido, se realizó la operacionalización del factor de seguridad frente al volcamiento y un deslizamiento (Ver figura 8).

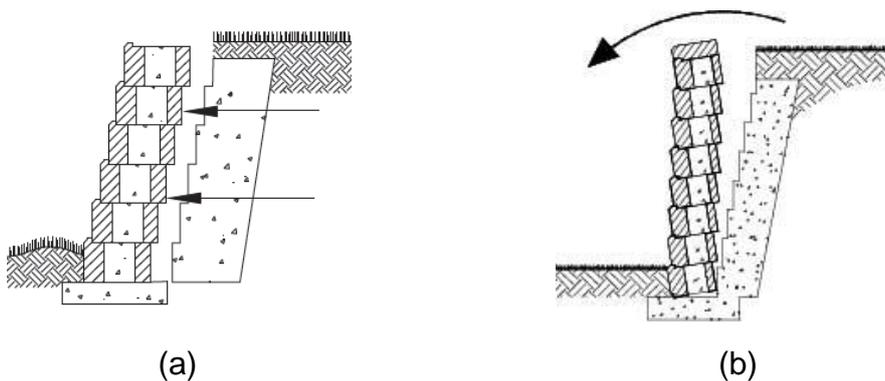


Figura 9. Factores de seguridad de desplazamiento (a) y volcamiento (b).

Fuente: AB Engineering Manual.

Respecto al análisis de la seguridad de un muro de contención, el R.N.E C.E.020 (2012) resumió los métodos denominándolos Método por factor de seguridad global y Métodos según los estados límites, para lo cual, ambos resultados coinciden en que el factor de seguridad frente a la volcadura deberá ser  $\geq 2.0$  y el factor de seguridad frente al deslizamiento deberá ser  $\geq 1.5$  como se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13. Valor de factores de seguridad**

ítem	Valor de factores de seguridad
1.	Factor de deslizamiento $\geq 1.5$ .
2.	Factor de volcamiento $\geq 2.0$

Fuente: R.N.E. C.E. 020 Estabilización de taludes

Además, se corroboró en el Programa GEO5 2021, donde Srivastava y Sharma (2013) mencionaron que la ingeniería civil abarca proyectos de gran complejidad, la cual, el grado exitoso dependerá de la planificación, computación, diseño y modelado. En tal sentido, gran parte de la labor se realiza por medio de software competentes, donde los códigos de apertura están libres en el mercado y disponibles para su aplicación.

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

En tal sentido, el método de análisis fue esquema diferencial. En lo cual, Monje (2011), mencionó que los tiempos actuales, el análisis de datos está procesada en una computadora, y que en general son muy pocos quienes la realizan de forma manual sobre todo si existe un gran tamaño de información. Por ello, existe un procesamiento ordenado donde en primer lugar está la toma de decisión (prueba estadística), posteriormente la ejecución del programa de análisis, luego a la programación de computadora y finalmente al resultado de la obtención del análisis.

### **3.7 Aspectos éticos**

El artículo Principios de la ética de la investigación y su aplicación (2012) mencionó que las investigaciones con principios éticos están caracterizadas por ser universales. Además, da mención sobre el respeto de la confiabilidad de los sujetos que podrían encontrarse involucrado en la investigación.

**Respeto por las personas:** Por ello, el presente informe de investigación tiene respeto por las personas que podrían encontrarse involucradas.

**Respeto al autor:** En tal sentido, se procedió a citar las fuentes utilizadas y redactadas su referencia bibliográfica.

**Compromiso social:** Debido a la responsabilidad dirigida a mejorar la problemática de la investigación.

## IV. RESULTADOS

### Características de las cimentaciones inestables

En descripción a la zona de estudio, Abelardo Vildoso (2017) mencionó que la Comunidad Autogestionaria de Huaycán, se encuentra ubicada en la zona n° 6 del distrito de Ate, habiendo iniciado su historia en los años de 1984 y que en la actualidad tiene una población rodeada de 150 000 habitantes. Además, dio mención de las familias que lo integran, pues las caracterizó por ser heterogéneas como consecuencia de la migración, la precaria consolidación urbana y el gran nivel de pobreza (pág. 254).

En ese sentido, se procedió al uso del instrumento de la guía de observación, por tal, se muestra la Figura 10, la cual, expone una cimentación de piedras denominada pircas (Figura 10a) y una cimentación de neumáticos (Figura 10b). En tal sentido, Campos y Lule (2012) mencionaron que la observación es lógica y verificable, ya que, capta objetivamente la realidad a diferencia de lo empírico, donde se utiliza datos observados para la satisfacción de una necesidad.



(a)

(b)

Figura 10. Cimentaciones de pircas (a) y cimentaciones de neumáticos (b)

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, se describió 20 viviendas con cimentación caracterizada por pircas con el uso de la guía de observación (Confiabilidad aceptable). En ese sentido la barra de frecuencias (Figura12) describió que el 75% de las viviendas observadas no tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas como lo muestra la Figura 11-a donde se desprenden fácilmente. Sin embargo, el 25 % de las viviendas observadas si tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas como se muestra en la Figura 11-b por el uso del mortero (Ver tabla 14).



(a)



(b)

Figura 11. Piedras de Pirca que se desprenden(a) y piedras de pirca que no se desprenden (b)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14. Distribución de frecuencia 1**

<b>¿La unión de las piedras de la cimentación de pircas se encuentran bien sujetas?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	5	25,0	25,0	25,0
	No	15	75,0	75,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

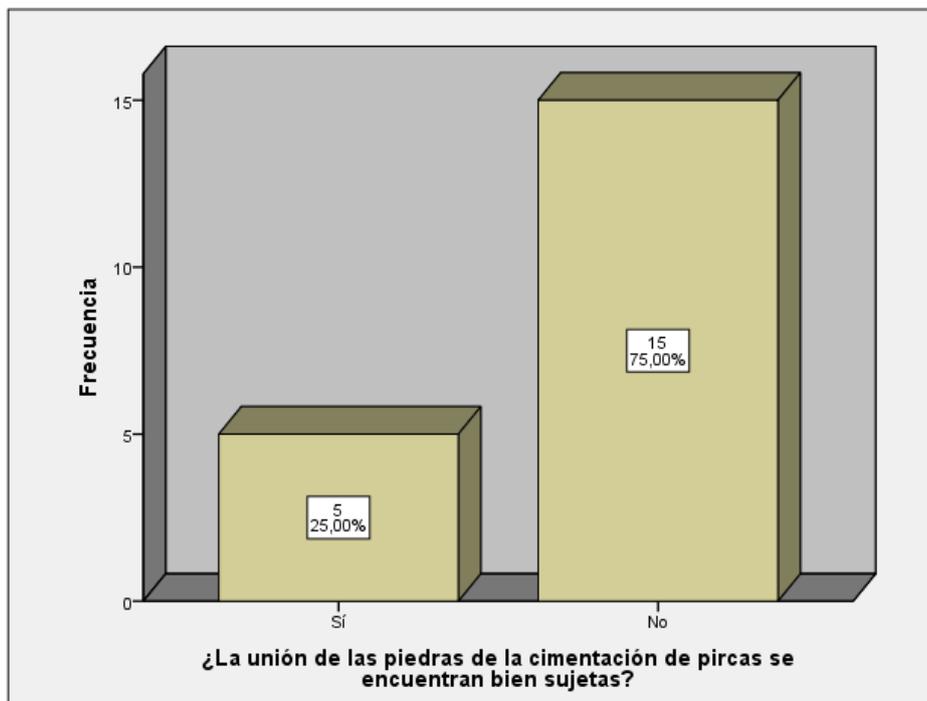


Figura 12. Barra de frecuencia 1

Fuente: Elaboración propia

Continuando la descripción, se observó que la pirca de piedras utilizadas como cimentación, están superpuestas ordenadamente (Figura 13-a) en 7 viviendas llegando a ser el 35% como menciona la Tabla 15, mientras que 13 viviendas equivalentes al 65 %, según la barra de frecuencia de la Figura 14 se encontraron desordenadamente colocadas como muestra la Figura 13-b.



(a)



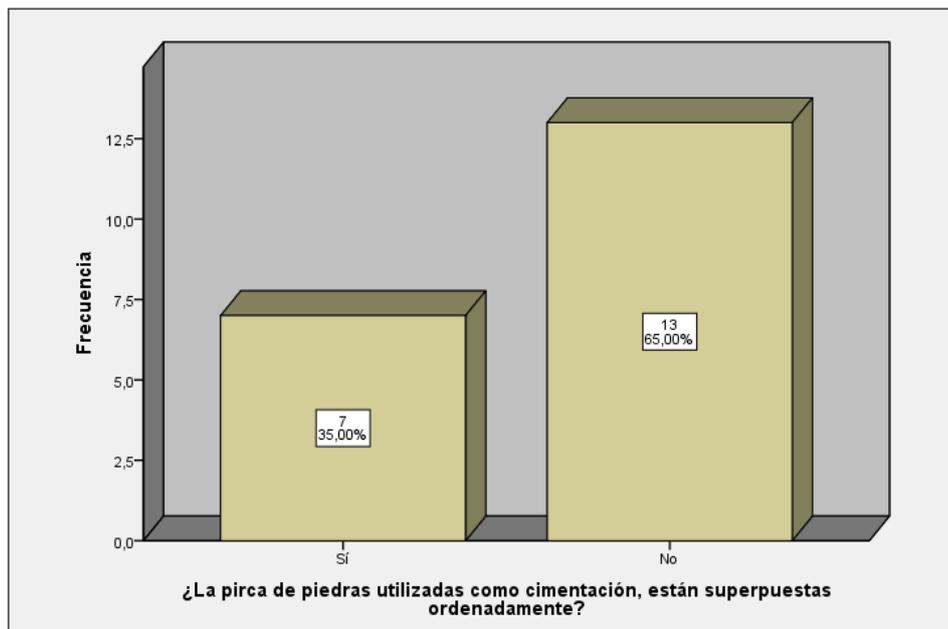
(b)

Figura 13. Piedras de pirca superpuestas ordenadamente (a) y piedras de pirca que no están superpuestas ordenadamente (b).

**Tabla 15. Distribución de frecuencia 2**

<b>¿La pirca de piedras utilizadas como cimentación, están superpuestas ordenadamente?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	7	35,0	35,0	35,0
	No	13	65,0	65,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14. Barra de frecuencia 2**

Fuente: Elaboración propia

También, se observó que 8 viviendas equivalentes al 40% según la Tabla 16, mostraron una estructura de pirca con una dimensión promedio de piedras, como lo muestra la Figura 15-a. Sin embargo, fueron 12 viviendas equivalentes al 60% como lo muestra la barra de frecuencia de la Figura 16 que no mostraron una dimensión promedio de piedras en las pircas como lo muestra la Figura 15-b.



(a)



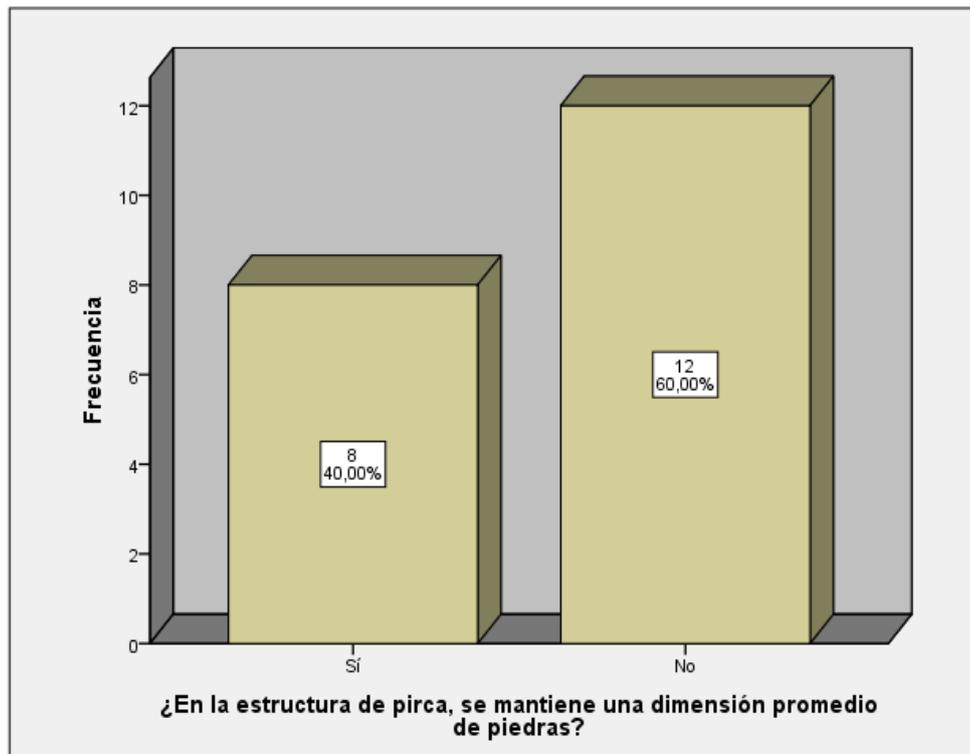
(b)

Figura 15. Vivienda con dimensión promedio de piedras de pirca (a) y vivienda con sin una dimensión promedio de piedras de pirca (b).

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16. Distribución de frecuencia 3**

<b>¿En la estructura de pirca, se mantiene una dimensión promedio de piedras?</b>					
		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Válidos</b>	<b>Sí</b>	8	40,0	40,0	40,0
	<b>No</b>	12	60,0	60,0	100,0
	<b>Total</b>	20	100,0	100,0	



**Figura 16. Barra de frecuencia 3**

Fuente: Elaboración propia

Además, se observó que la cimentación de pirca de piedras se caracteriza por sostener viviendas de madera en su gran mayoría que fueron 16 viviendas como lo muestra la Figura 17-a equivalentes al 80% (Ver tabla 17 y Figura 18), mientras que 4 viviendas equivalente al 20% fueron de ladrillos y adobe como lo muestra la Figura 17-b.



(a)



(b)

Figura 17. Pirca de piedras que sostiene una vivienda de madera (a) y pirca de piedras que sostiene una vivienda de albañilería.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17. Distribución de frecuencia 4**

<b>¿La cimentación de pirca de piedras sostiene una vivienda de madera?</b>					
		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Válidos</b>	<b>Sí</b>	16	80,0	80,0	80,0
	<b>No</b>	4	20,0	20,0	100,0
	<b>Total</b>	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

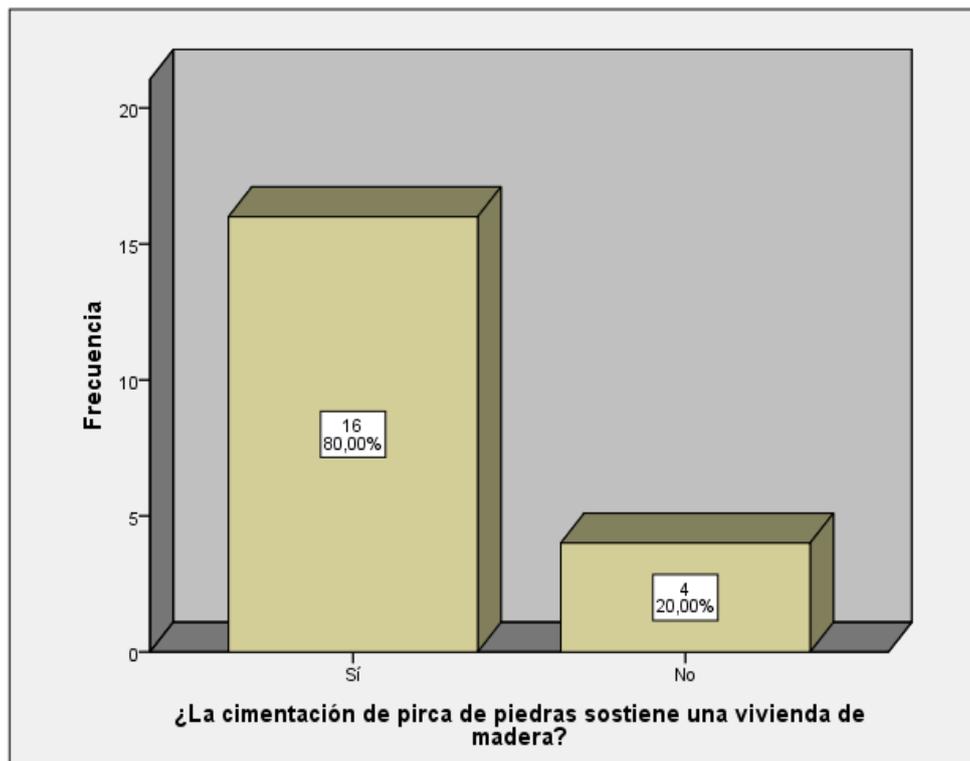


Figura 18. Barra de frecuencia 4

Fuente: Elaboración propia

Además, se procedió a la medición de alturas como lo muestra la Figura 19, donde se observó que 8 viviendas equivalentes al 40 % como muestra la barra de frecuencia de la Figura 20 se caracterizaron por contar con pircas de altura superior a 3m. Sin embargo, 12 viviendas equivalentes al 60 % (Ver tabla 18), se caracterizaron por contar con pircas de altura inferior a 3m.



Figura 19. Medición de altura de pircas con medidor laser

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18. Distribución de frecuencia 5**

¿La altura de la pirca es superior a 3 m?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	8	40,0	40,0	40,0
	No	12	60,0	60,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

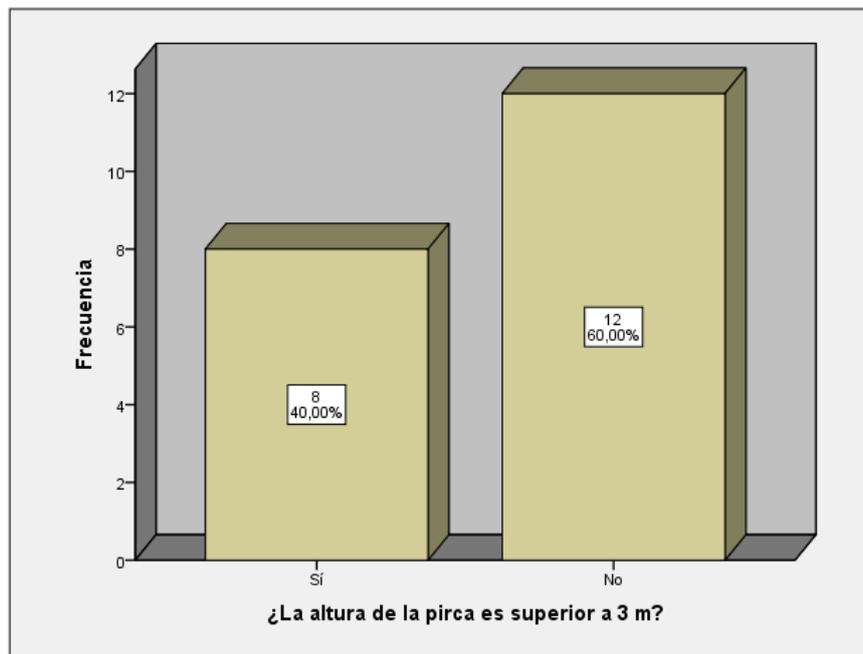


Figura 20. Barra de frecuencia 5

Fuente: Elaboración propia

## Características físicas del suelo

En respuesta al objetivo de corroborar que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate se caracterizan por tener un suelo orgánico, se realizó una toma de muestra de 80 kg retirada de una calicata de largo 1m x ancho de 1m y profundidad de 3 m en la zona de Huaycán en Ate (Ver figura 21). En ese sentido, los ensayos que se realizaron fueron el análisis granulométrico del suelo según ASTM D422 representada en la Tabla 19, Limite Liquido y plástico según ASTM D4318.

**Tabla 19. Análisis granulométrico**

Tamiz	AASHTO t-27 (mm)	Peso retenido	Porcentaje retenido	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
2.5"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.90	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	92.5	7.4	7.4	92.6
3/4"	19.00	12.6	1.0	8.5	91.5
1/2"	12.50	54.1	4.4	12.8	87.2
3/8"	9.500	33.0	2.7	15.5	84.5
Nº 4	4.750	82.9	6.7	22.1	77.9
Nº 10	2.000	168.7	13.6	35.7	64.3
Nº20	0.850	247.4	19.9	55.6	44.4
Nº 40	0.425	176.3	14.2	69.8	30.2
Nº 60	0.250	123.9	10.0	79.7	20.3
Nº 140	0.106	172.6	13.9	93.6	6.4
Nº 200	0.075	51.3	4.1	97.8	2.2
< Nº 200	FONDO	27.9	2.2	100.0	0.0

Fuente: Laboratorio MASTERLEM S.A.C.

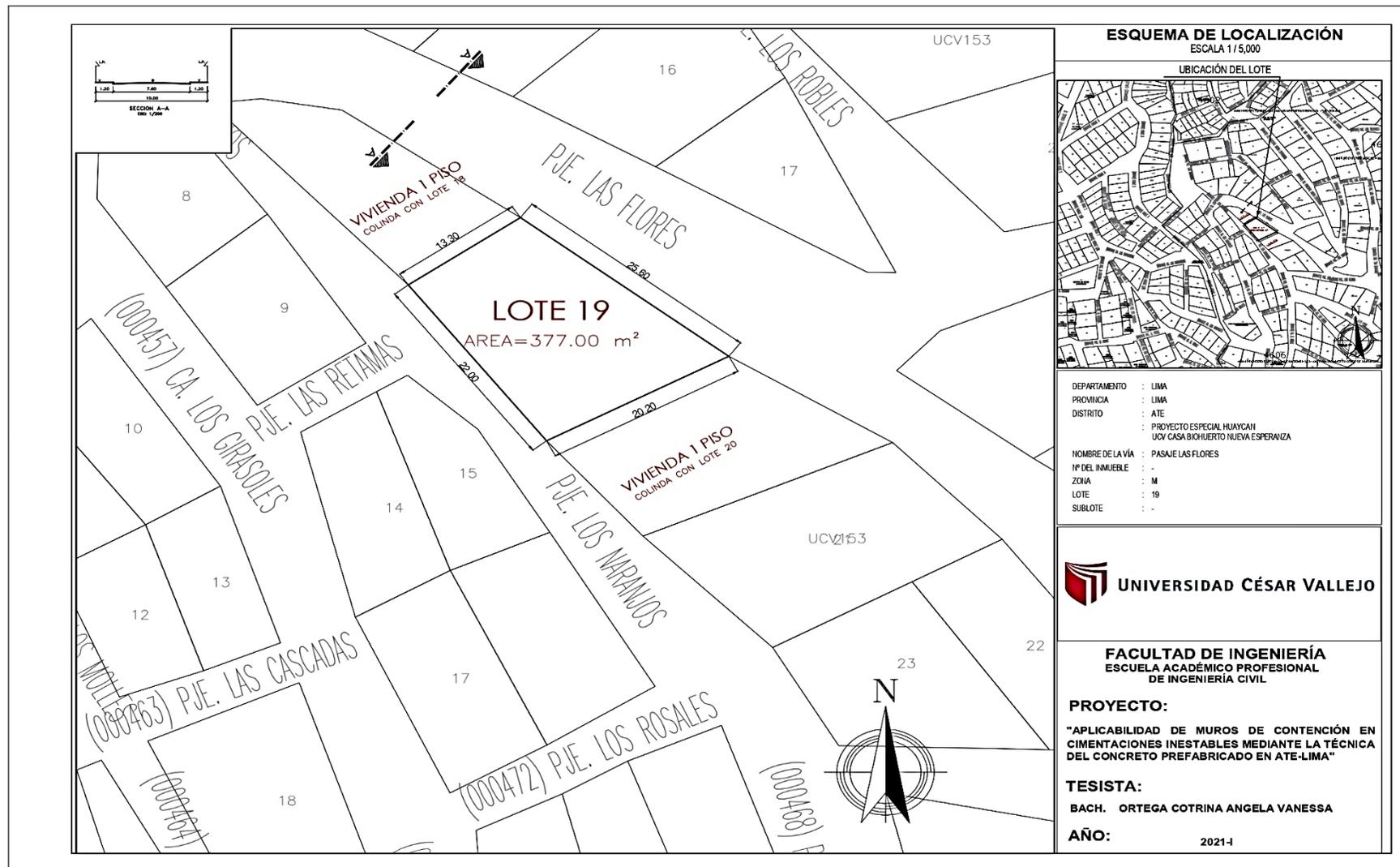


Figura 21. Plano de ubicación de donde se tomó la muestra tomada.

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, se expuso que se realizó el ensayo de granulometría iniciando con el cuarteo del suelo como lo muestra la Figura 22-a, posteriormente el tamizado como lo muestra la Figura 22-b con una muestra seca en horno de 1243.20 gr. La cual, por cada malla expresada en mm se obtuvo el peso retenido, posteriormente el porcentaje retenido, el retenido acumulado y el porcentaje que pasa representada finalmente en la curva granulométrica (Ver figura 23).



(a)



(b)

Figura 22. Cuarteo de material (a) y tamizado (b).

Fuente: Elaboración propia

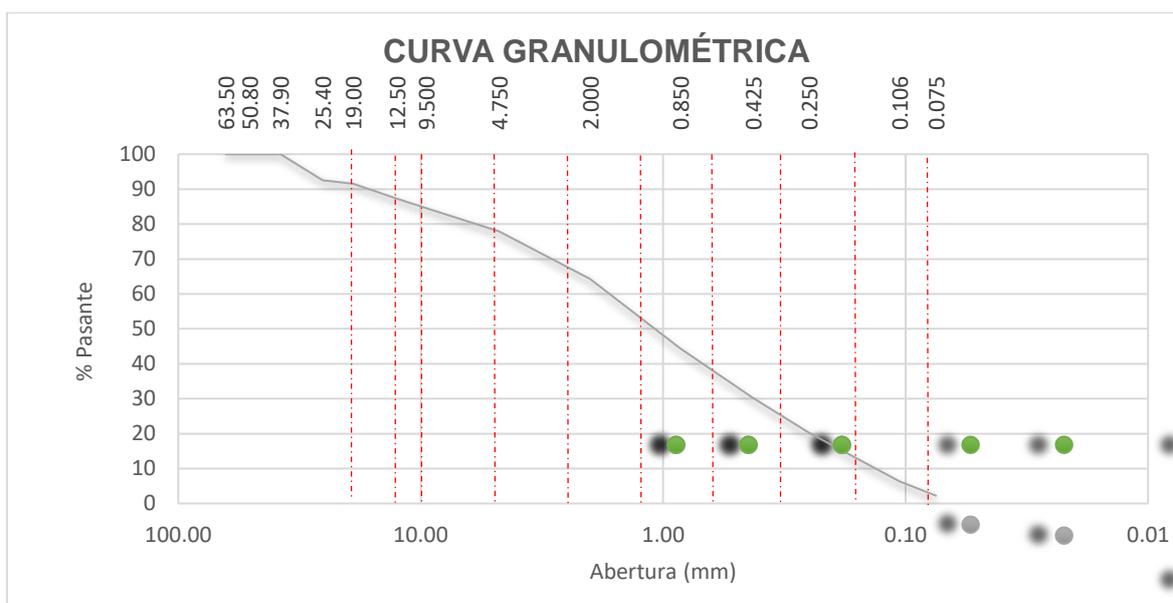


Figura 23. Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

Por ello, la clasificación del suelo según S.U.C.S, fue de SP denominada como “arena pobremente graduada” (Ver tabla 20). En tal sentido, Badhon e Islam (2017) mencionó que las dimensiones granulares de las partículas tienen un rol importante frente al comportamiento de la resistencia. Además, mencionó que el suelo de grano grueso (grava y arena) demuestran eficiencia según el tamaño del grano, la dimensión y forma de la partícula, a diferencia del suelo fino, ya que, están controladas por la cantidad de agua y minerales.

Tabla 20. Clasificación de suelos según SUCS

Divisiones mayores		Símbolo SUCS	Descripción
Suelos granulares	Arena y Suelos Arenosos	SW	Arena bien graduada
		SP	Arena mal graduada
		SM	Arena limosa
		SC	Arena arcillosa

Fuente: R.N.E. E.050

En cuanto al contenido de humedad de la muestra de suelo, la Norma ASTM D-2216-19, mencionó que es una propiedad significativa, ya que, su conocimiento es utilizada con el objeto de correlacionar entre el comportar del suelo y sus propiedades iniciales, además es expresada en relaciones de las fases agua, aire y sólidos en el volumen de una muestra de suelo.

**Tabla 21. Contenido de humedad del suelo ASTM D-2216-19**

<b>Muestra</b>	<b>Ensayo N°1</b>	<b>Ensayo N°2</b>
N° Tara	B	E
Masa tara	412.80	409.90
Masa tara + suelo húmedo	1833.70	1233.10
Masa tara + suelo seco	1800.30	1213.60
Masa tara + suelo seco const. 1	1800.30	1213.60
Masa tara + suelo seco const. 2	1800.30	1213.60
Humedad %	2.4	2.4
Verificación de dispersión (Límite máximo 5%- Suelos)	0.6	

Fuente: Laboratorio MASTERLEM S.A.C.

Por tal, se procedió en la obtención del contenido de humedad, mediante 2 ensayos, la cual, se denominó Ensayo N° 1 y Ensayo N°2, donde la masa de tara fueron 412.80 gr y 409.90 gr respectivamente y las masas de tara + suelo y masa de tara + suelo seco como se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 22. Contenido de humedad del Ensayo N°1**

<b>Contenido de humedad del Ensayo N°1</b>
$W\% = \frac{(Masa\ tara +\ suelo\ húmedo) - (Masa\ tara +\ suelo\ seco) * 100\%}{(Masa\ tara +\ suelo\ seco) - (Masa\ tara)}$
$W\% = \frac{(1833.70) - (1800.30) * 100\%}{(1800.30) - (412.80)} = 2.4\%$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22, respecto al contenido de humedad se mostró la obtención porcentual del contenido de humedad proveniente del Ensayo N° 1 equivalente al 2.4 %.

**Tabla 23. Contenido de humedad del Ensayo N°2**

<b>Contenido de humedad del Ensayo N°2</b>
$W\% = \frac{(Masa\ tara +\ suelo\ húmedo) - (Masa\ tara +\ suelo\ seco) * 100\%}{(Masa\ tara +\ suelo\ seco) - (Masa\ tara)}$
$W\% = \frac{(1233.10) - (1213.60) * 100\%}{(1213.60) - (409.90)} = 2.4\%$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23, respecto al contenido de humedad se mostró la obtención porcentual del contenido de humedad proveniente del Ensayo N° 2 equivalente al 2.4 %.

**Tabla 24. Simbología S.U.C.S.**

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Subgrupo</b>
Grava	G	Bien gradada
Arena	S	Pobremente gradada
Limo	M	Limoso
Arcilla	C	Arcilloso
Orgánico	O	Alto Limite liquido (>50)
Turba	Pt	Bajo Limite liquido (<50)

Fuente: Editor Geoxnet

En la Tabla 24 sobre la simbología S.U.C.S. menciona que el tipo de suelo Orgánico con prefijo O, pertenece al Subgrupo de alto limite liquido por tener un alto contenido de humedad equivalente a poseer un contenido de humedad mayor al 50%.

En síntesis, conociéndose la descripción de un tipo de suelo orgánico, donde se considera como inservible por su alto contenido de humedad, la cual, el autor Toirac (2008) la describió como dificultable y poco trabajable por su alto limite liquido representado en la Tabla 24, según simbología S.U.C.S.

Por ello, se resolvió que la muestra tomada de las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate, no están caracterizadas por tener un suelo orgánico. Ya que, según la clasificación S.U.C.S. se denominaría SP nombrada Arena mal graduada y según el límite liquido está resolvió tener 2.4% de humedad, resolviendo no tener alto el límite líquido.

## Diseño de muro de contención

El diseño de muro de contención fue propuesto según el material y tecnología constructiva mencionado en el R.N.E. E.020 de la Tabla 25, la cual, fue un muro de tierra armada, ya que, se reforzó con geomalla, en ese sentido, además la muestra de suelo tomada fue de la zona de estudio en el distrito de Ate-Huaycán.

**Tabla 25. Muro de contención según material y tecnología**

Según muro de sostenimiento	Según material y tecnología constructiva
Muro de gravedad y semigravedad	Muros encribado
	Muros de gaviones
	Muros de concreto masivo
Muro en voladizo y en voladizo con contrafuertes	Muro de tierra armada
	Muro de Concreto reforzado

Fuente: R.N.E. E.020 Estabilización de taludes

Respecto a las fuerzas que actúan sobre un muro de contención AB Engineering Manual representó las fuerzas actuantes en un muro de contención de tierras como se muestra en la Figura 24, la cual, muestra a la fuerza del propio peso del muro, fuerza del empuje activo, fuerza del empuje pasivo, la fuerza sustentante y la fuerza de resistencia del deslizamiento.

Además, Engineering Manual (2018) nombró las principales fallas, pues el muro falla si existe deslizamiento hacia adelante, invadiendo así el espacio de diseño, del mismo modo falla al volcarse, pues puede girar hacia adelante.

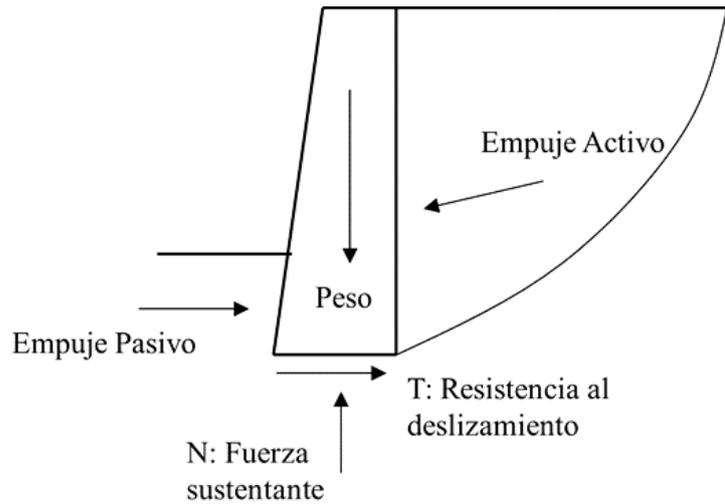


Figura 24. Fuerzas actuantes en un muro de contención.

Fuente: AB Engineering Manual

Del mismo modo, AB Engineering Manual (2018) mencionó que un muro de contención de concreto prefabricado reducirá gastos si es diseñado sobre la base del estado activo definida, la cual, es el valor mínimo de presión activa representado en la Figura 25 sobre estado del suelo, muestra la presión de diseño que se encuentra al límite de la presión activa.

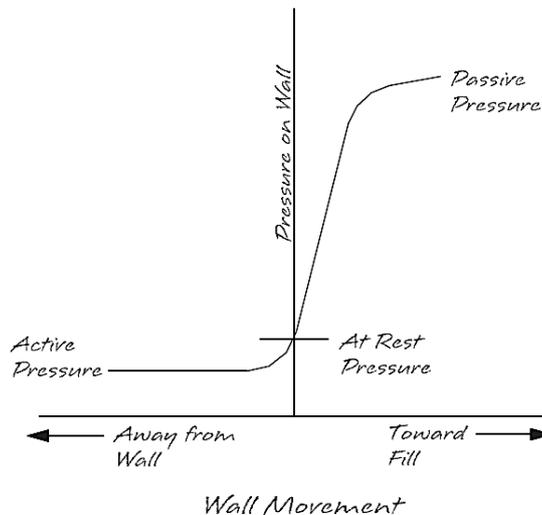


Figura 25. Estados del suelo

Fuente: AB Engineering Manual

**Tabla 26. Estados del suelo**

<b>Estados del suelo (suelo detrás del muro)</b>	
Estado activo	Es cuando la condición de equilibrio se asienta por la presión ejercida sobre el muro (se generó movimiento hacia adelante).
Estado pasivo	Es cuando se empuja hacia el suelo (construcciones que evitan el deslizamiento).
Estado de reposo	Tierra compactada.

Fuente: AB Engineering Manual (2018)

En ese sentido, la Tabla 26 denominado estados del suelo describió al estado activo, pasivo y reposo, además según AB Engineering Manual (2018) mencionó que el estado activo se diferencia por su condición de equilibrio, ya que, se asienta por la presión ejercida sobre el muro generando movimiento hacia adelante.

**Tabla 27. Variables de coeficiente de presión activa**

<b>Variables de coeficiente de presión activa</b>		
$K_a$	=	Coeficiente de presión activa
$\beta$	=	Angulo respecto a la inclinación del muro
$\varphi$	=	Angulo de fricción del suelo
$\varphi_w$	=	Angulo que genera la fuerza activa ( $0.66 * \varphi$ )
$i$	=	Angulo de pendiente de la parte superior del muro

Fuente: AB Engineering Manual (2018)

La Tabla 27 denominada variables del coeficiente de la presión activa muestra la nomenclatura utilizada en la teoría de Coulomb para poder operar el coeficiente de presión activa que se utilizará en el diseño de muro de contención utilizando concreto prefabricado.

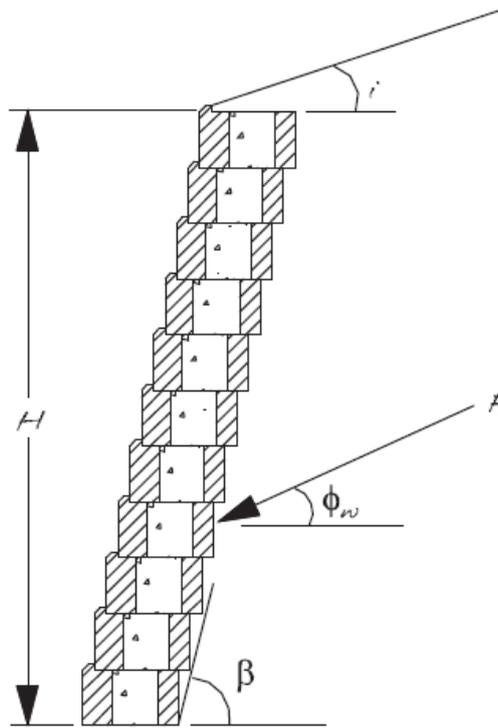


Figura 26. Coeficientes de presión activa de Coulomb  
Fuente: AB Engineering Manual

En ese sentido, los autores Liu, Yang, Zhou y H. Yang (2020) mencionaron que en la ingeniería geotécnica la teoría de la presión es de gran uso, pues la influencia del peso del relleno sobre la presión terrenal actúa directamente sobre la estructura de contención. Por tal, la figura 26 muestra los datos que operan en la fórmula de presión activa de Coulomb.

**Tabla 28. Coeficiente de presión activa de Coulomb**

<b>Coeficiente de presión activa de Coulomb</b>	
$K_{a=}$	$\left[ \frac{\csc(\beta) * \text{sen}(\beta - \varphi)}{\sqrt{\text{sen}(\beta + \varphi_w)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \varphi_w) * \text{sen}(\varphi - i)}{\text{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$

Fuente: AB Engineering Manual

En la Tabla 28 denominada Coeficiente de presión activa de Coulomb se muestra la fórmula para la obtención de Ka (coeficiente de presión activa).

**Tabla 29. Longitud de geomalla según altura de muro**

<b>Tipo de suelo:</b>		<b>Arenas gruesas medianas, mal graduadas y gravas</b>			
Condición del muro	H (altura de muro)		# de capas de geomallas	Longitud de geomalla	
	ft	m		ft	m
Caso: Sin ángulo de pendiente de la parte superior del muro	6	1.8	5	4.0	1.3
	7	2.1	6	5.0	1.6
	8	2.4	7	5.5	1.7
	9	2.7	7	6.0	1.9
	10	3.0	8	6.5	2.0

Fuente: Parámetros de diseño AB

En ese sentido, los parámetros de diseño de AB mostrada en la Tabla 29 denominada longitud de geomalla, refleja las recomendaciones según la altura del muro de retención de tierras, además muestra el número de capas de geomalla a utilizar según la altura del muro y el tipo de suelo.

Por ello, conociéndose el tipo de suelo SP según S.U.C.S. como Arena mal graduada y la altura de diseño propuesta de 3 m, equivalente a 9.84 ft se diseñó con una longitud de geomalla de 2 m equivalente a 6.5 ft.



Figura 27. Colocación de geomalla para el refuerzo del suelo

Fuente: Parámetros de diseño AB

Por ello, se muestra la Figura 27 donde se aprecia la colocación de geomalla para el refuerzo del suelo inestable, mediante un muro de contención de tierra armada con el uso de la técnica de concreto prefabricado predispuesto en el presente informe de investigación.

Además, en la figura 28 se muestra que se recurrió al ensayo de Próctor Modificado para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad realizado en laboratorio MASTERLEM S.A.C.

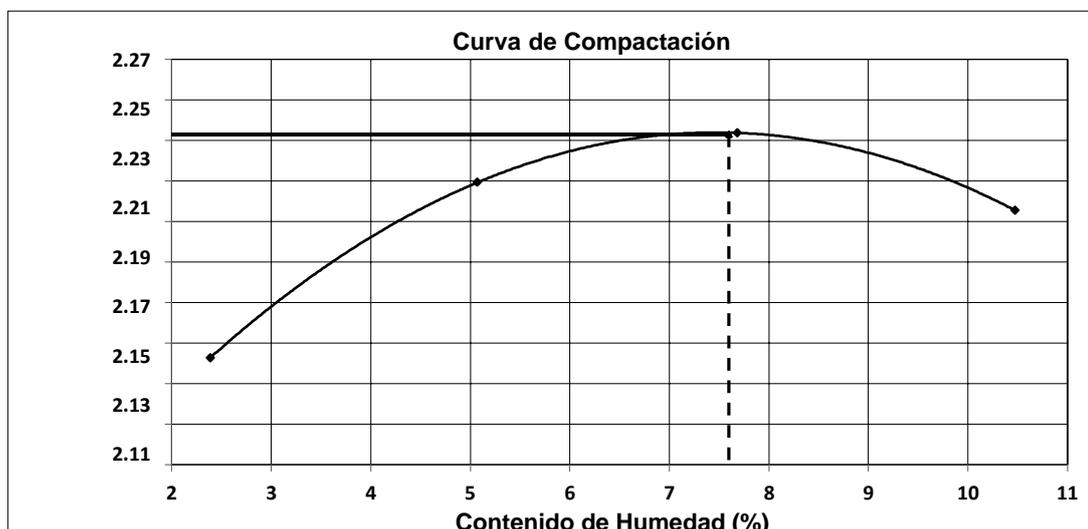


Figura 28. Curva de compactación

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, se procedió al diseño de un muro de contención de concreto con el uso de la técnica de concreto prefabricado de tipo tierra armada, de altura de 3 m (9.84 ft), de la muestra tomada de la zona de estudio del distrito de Ate-Lima. Los subíndices r e i se refieren al suelo retenido y al suelo de relleno (Tabla 28), respectivamente.

Datos requeridos:

- $i$  = Angulo de pendiente de la parte superior del muro.
- $H$  = Altura del muro.
- $\beta$  = Angulo respecto a la inclinación del muro.
- $\varphi_i$  = Angulo de fricción del suelo de relleno.
- $\varphi_r$  = Angulo de fricción del suelo retenido.

- $\varphi_{wi}$  = Angulo que genera la fuerza activa del suelo de relleno  
( $0.66 \cdot \varphi_i$ ).
- $\varphi_{wr}$  = Angulo que genera la fuerza activa del suelo retenido.  
( $0.66 \cdot \varphi_r$ )
- $K_{ai}$  = Coeficiente de presión activa del suelo de relleno
- $K_{ar}$  = Coeficiente de presión activa del suelo retenido
- $\gamma_r$  = Peso específico del suelo retenido
- $\gamma_i$  = Peso específico del suelo de relleno ( $125 \text{ lb/ft}^3$ )
- $L_s$  = Longitud de geomalla
- $L_t$  = Longitud de geomalla segura ( $L_s + 0.13$ )
- $Y_{wall}$  = Peso unitario del revestimiento de la pared.
- $t$  = Fondo de bloque

#### **Datos generales**

- $H$  = 9.84 ft
- $\beta$  = 78 °
- $i$  = 0 °
- $L_s$  = 6.5 ft
- $L_t$  = 6.63 ft
- $Y_{wall}$  = 130 lb/ft<sup>3</sup>
- $t$  = 0.97 ft

#### **Datos de ensayos**

- $\varphi_r$  = 30.5 °
- $\gamma_r$  = 139.21 lb/ft<sup>3</sup>
- $K_{ar}$  = 0.12
- $\varphi_{wr}$  = 20 °

**Tabla 30. Datos del suelo de relleno**

Datos de suelo de relleno	
$\phi_i$	= 30 °
$\gamma_i$	= 125 lb/ft <sup>3</sup>
$K_{ai}$	= 0.2197
$\phi_{wi}$	= 19.50 °

Fuente: AB Engineering Manual (2018)

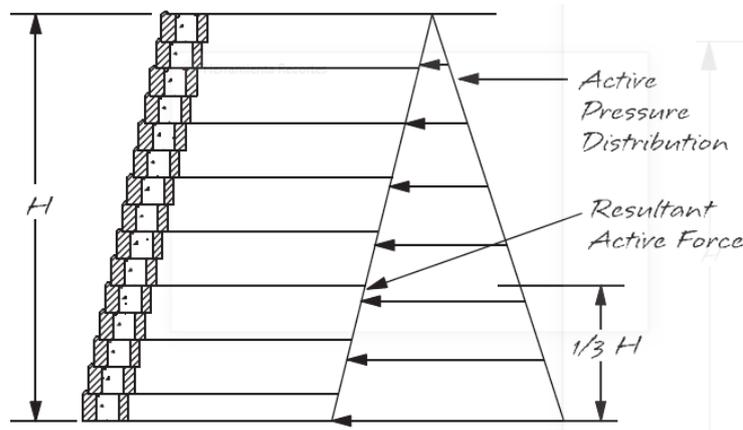


Figura 29. Diagrama de Fuerza activa

Fuente: Elaboración propia

**Criterio de deslizamiento:**

$$\text{F.S. Deslizamiento} = \frac{\sum \text{Fuerzas resistentes}}{\sum \text{Fuerzas actuantes}} \geq 1.5$$

$$W_w = W_f + W_s$$

$W_f$  = Peso de pared de gravedad coherente.

$W_f$  = Peso unitario de la pared \*altura de la pared \*profundidad de bloque.

$W_f$  =  $\gamma_{wall} * H * t$

$W_f$  = **1200.47 lb/ft**  $\approx$  17526.86 N/m

$W_s$  = Peso de masa de suelo reforzado.

$W_s$  = Peso unitario del suelo de relleno \*altura \*longitud de geomalla.

$W_s$  =  $\gamma_i * H * (L_s - 0.83)$

$W_s$  = **6140.40 lb/ft**  $\approx$  89649.84 N/m

$W_w$  = **7340.87 lb/ft**  $\approx$  107176.702 N/m

$$F_a = 0.5 * \gamma_r * K_{ar} * H^2$$

$F_a$  = Fuerza activa del suelo

$F_a$  = **1613.13 lb/ft**  $\approx$  23551.639 N/m

$$F_h = F_a * \text{Cos}(\varphi_{wr})$$

$F_h$  = Fuerza activa del suelo horizontal

$F_h$  = **1534.17 lb/ft**  $\approx$  22398.939 N/m

$$F_v = F_a * \text{Sen}(\varphi_{wr})$$

$F_v$  = Fuerza activa del suelo vertical

$F_v$  = **498.48 lb/ft**  $\approx$  7277.857 N/m

$$V_t = W_w + F_v$$

$V_t$  = Fuerza vertical total

$V_t$  = **7839.36 lb/ft**  $\approx$  114454.588 N/m

$$F_r = V_t * \text{Tan}(\varphi_i)$$

$F_r$  = Fuerzas resistentes

$$F_r = 4526.05 \text{ lb/ft} \approx 66080.387 \text{ N/m}$$

F.S. Deslizamiento: 
$$\frac{F_r}{F_h} = \frac{4526.05 \text{ lb/ft}}{1534.17 \text{ lb/ft}} = 2.95 \geq 1.5$$

**Criterio de volcamiento:**

$$\text{F.S. Volcamiento} = \frac{\sum \text{Momentos que resisten la volcadura}}{\sum \text{Momentos que causan la volcadura}} \geq 2$$

$$\begin{aligned} \sum M_r &= W_f [0.5 * t + 0.5 * H * \text{Tan}(90 - \beta)] \\ &+ W_s [0.5 * (L_t - t) + t + 0.5 * H * \text{Tan}(90 - \beta)] \\ &+ F_v [L_t + 0.333 * H * \text{Tan}(90 - \beta)] \end{aligned}$$

$\sum M_r$  = Momentos en vertical.

$$\sum M_r = 1796.83 \text{ ft.lb/ft} + 28011.09 \text{ ft.lb/ft} + 3391.60 \text{ ft.lb/ft}$$

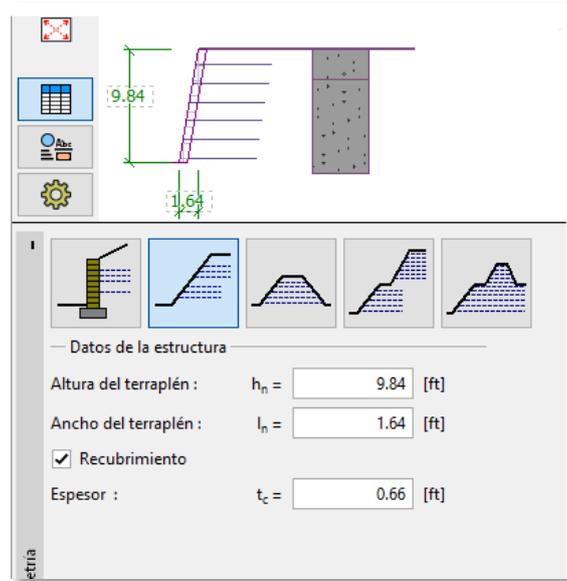
$$\sum M_r = 33199.52 \text{ ft.lb/ft} \approx 147737.85 \text{ N/m}^2$$

$$\sum M_o = F_h * 0.333 * H$$

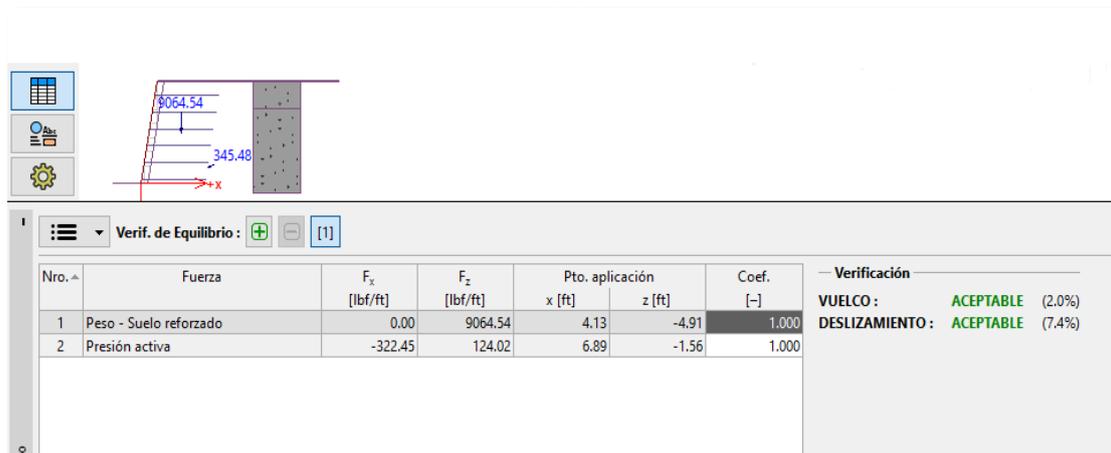
$\sum M_o$  = Momentos en horizontal.

$$\sum M_o = 4863.58 \text{ ft.lb/ft} \approx 21642.92 \text{ N/m}^2$$

F.S. Volcamiento: 
$$\frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{33199.52 \text{ ft.lb/ft}}{4863.58 \text{ ft.lb/ft}} = 6.83 \geq 2.0$$



(a)



(b)

Figura 30. Modelamiento de diseño (a) y verificación frente al vuelco y deslizamiento (b)

En síntesis, la Figura 30 denominada modelamiento de diseño y verificación frente al vuelco y deslizamiento, muestra la confirmación frente a los factores de seguridad frente a un posible volcamiento y un posible deslizamiento, la cual, fue considerado según el programa GE05 2021 como aceptable, según datos incorporados del suelo. Por ello, se respondió el factor de seguridad equivalente a 2.95 y el factor del volcamiento equivalente a 6.83 respondiendo ser mayores a 1.5 y 2.0 respectivamente, según el R.N.E.

## **Prueba de hipótesis**

De forma descriptiva se presentó la prueba de hipótesis para resolver la probabilidad asociada respecto a la hipótesis nula ( $H_0$ ), la cual, refiere a las diferencias desertadas de la investigación, además quien la contradiga será denominada hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual, se pretende alcanzar en el presente informe denominado “Aplicabilidad de muros de contención en cimentaciones inestables mediante la técnica del concreto prefabricado en Ate-Lima”.

**Hipótesis General:** Los muros de contención mediante la técnica del concreto prefabricado son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

**$H_0$ :** Los muros de contención mediante la técnica del concreto prefabricado no son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

**$H_a$ :** Es efectiva el uso de la técnica del concreto prefabricado para muros de contención en cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

Al concluir el informe de investigación, se dio respuesta al objetivo general sobre determinar la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima. En ese sentido, se mostró la necesidad representada en el uso de las pircas de piedras, además se descartó un suelo orgánico que imposibilitaría la aplicabilidad y por último con los ensayos del suelo tomado, se realizó el diseño mostrando la efectividad frente a un deslizamiento y volcadura. Por tal, quedó demostrado que es efectiva el uso de la técnica del concreto prefabricado para muros de contención en cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

**Hipótesis Especifica 1:** Las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima son por cimentaciones de pircas autoconstruidas.

**Ho:** Las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima no son por las cimentaciones de pircas autoconstruidas.

**Ha:** Las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima es por la elección de cimentaciones de pircas autoconstruidas.

Además, se dio respuesta al objetivo de conocer las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima. Por ello, se describió 20 viviendas con cimentación inestable de pircas, las cuales, fueron observadas. Donde el 75% de las viviendas no tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas (se desprenden), el 65% de las viviendas mostraron que las piedras de las pircas no están superpuestas ordenadamente, también fueron 12 viviendas (60%) que no mostraron una dimensión promedio de piedras en las pircas, además la cimentación de pirca de piedras sostiene en su gran mayoría viviendas de madera, la cual, se reflejó en el 80 % de la muestra. Y por último, se concluyó que 12 viviendas equivalentes al 60 %, se caracterizaron por contar con pircas de altura inferior a 3m. En ese sentido, se demostró que las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima es por la elección de cimentaciones de pircas autoconstruidas.

**Hipótesis Especifica 2:** Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no están caracterizadas por tener un suelo orgánico.

**Ho:** Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico.

**Ha:** Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no tienen la descripción de poseer un suelo orgánico.

En respuesta a corroborar que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico se comprobó que el suelo fue denominado como Arena mal graduada y su porcentaje de humedad no corresponde a uno orgánico. Por tal, se valida que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no tienen la descripción de poseer un suelo orgánico.

**Hipótesis Específica 3:** El diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado cumplen los factores de seguridad.

**Ho:** Los factores de seguridad infieren en el diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado.

**Ha:** Los factores de seguridad confirman su eficiencia en el diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado.

Además, en respuesta a demostrar el cumplimiento de los factores de seguridad en el diseño de muro de contención con la técnica del concreto prefabricado, se realizó la operación mostrando que el factor de seguridad frente a un desplazamiento es superior a 1.5 y frente a un volcamiento es superior a 2.0. Por tal, los factores de seguridad confirman su eficiencia en el diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Discusión general 1**

Jara (2008) realizó una investigación en su tesis doctoral sobre la aplicabilidad de materiales para estructuras de retención de tierras, por ello, resolvió que las diferentes tipologías existentes sobre muros de contención genera una amplia posibilidad de elección de materiales compuestos, sin embargo, el muro con la técnica de tierra armada fue seleccionada, ya que, su aplicabilidad es óptima por el comportamiento entre la interacción que opera el suelo y las mallas de refuerzo, la cual, resuelve que este tipo de estructuras generen una máxima garantía. Por ello, el informe de investigación coincide en que las estructuras de muros de contención, mediante la técnica del concreto prefabricado son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima, ya que, existe la necesidad reflejada en su autoconstrucción precaria, además las características del suelo son propicias para el uso de la técnica de concreto prefabricado de tierra armada (geomallas) y el diseño garantiza los factores frente al deslizamiento y volcamiento.

### **Discusión específica 1**

Zanelli (2019) en su investigación sobre la evaluación de cimentaciones de pircas ubicadas en laderas de Carabaylo, las calificó como inestables y precarias. Su trabajo tuvo como conclusión que las viviendas con cimentación de pircas se encuentran muy vulnerables frente a un movimiento telúrico, ya que, remontó el acontecimiento del sismo en Pisco (2007), donde viviendas con base de pircas se desplomaron. Por ello, el informe coincide que las viviendas de pircas son muy vulnerables, pues la descripción de 20 viviendas de cimentación de pircas del distrito de Ate-Huaycán, mostró que las características de sus cimentaciones son precarias estructuralmente debido a que el 75% de las viviendas de pircas observadas se caracterizaron por el fácil desprendimiento. En ese sentido, podrían verse muy afectadas en respuesta a un movimiento telúrico desplomándose por falta del uso de nuevas técnicas de construcción.

## **Discusión específica 2**

Sánchez (2019) en su investigación sobre realizar una base de datos informática, que involucre parámetros geotécnicos de la inestabilidad de suelos frente a deslizamientos, justificándose en contextualizar la problemática de diferentes zonas ubicadas en laderas. Su investigación concluyó en que la presencia del suelo orgánico influye principalmente en el porcentaje de humedad que lo contiene. Por tanto, recomendó que el ensayo de Límite líquido se ejecute en condiciones de secado para evitar variaciones o valores inciertos frente a una gran problemática. En ese sentido, el informe coincide en la importancia de descartar un suelo orgánico ante una construcción, por ello, el informe mostró un resultado de 2.4 % de contenido de humedad, la cual, es trabajable y según S.U.C.S., la clasificó como Arena mal graduada (SP). Por ello, frente al uso de una nueva técnica de construcción la característica del suelo resulta muy importante para una óptima aplicación.

## **Discusión específica 3**

Lucero, Pachacama y Rodríguez (2012) en su investigación sobre la elaboración de un manual simplificado de diseño y análisis del revestimiento y muros de contención como guía concluyó en que el muro de tierra armada, actúa como una gran estructura de contención de gravedad, ya que, su comportamiento es directamente por la influencia del comportamiento que realiza las tiras de refuerzo y el suelo, por ello, este tipo de diseños estructurales de composición de materiales hacen que sean altamente óptimos. Por tal, el informe de investigación coincide en la influencia óptima que ejecuta la interacción de compuestos de materiales como la geomalla, el suelo y el prefabricado como conjunto estructural trabajado en seco, la cual, se verá planteado en el alcance de los factores de seguridad del muro de contención de concreto prefabricado aplicado para la zonificación de Ate.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión general**

Se determinó la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima, ya que, se conoció la necesidad representada en la autoconstrucción de las viviendas estudiadas (pircas), la cual, las características propias del terreno ubicada en laderas requieren ser atendidas. Además, el uso del concreto prefabricado en cimentaciones inestables descartó una calidad del suelo desfavorable, por ello, favorece su aplicabilidad. En ese sentido, el diseño de la técnica del concreto prefabricado con el uso de geomallas, también resolvió aplicabilidad frente a un deslizamiento y volcadura estructural.

### **Conclusión específica 1**

Se conoció las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima, resolviendo que están en una situación de alta vulnerabilidad sísmica, ya que, existe una gran demanda en la elección de viviendas con cimentación de pircas de piedras, debido a la condición geográfica, socioeconómica y la autoconstrucción. En ese sentido, fueron observadas 20 viviendas con una cimentación precaria de pircas mostrando que el 75% de las viviendas observadas no tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas (se desprenden), además solo el 65% de las viviendas mostraron que las piedras de las pircas no están superpuestas ordenadamente, también se concluyó de la muestra, que fueron 12 viviendas (60%) que no mostraron una dimensión promedio de piedras en las pircas. Del mismo modo se concluyó que la cimentación de pirca de piedras sostiene en su gran mayoría viviendas de madera, la cual, se reflejó en el 80 % de la muestra. Y por último, se concluyó que 12 viviendas equivalentes al 60 %, se caracterizaron por contar con pircas de altura inferior a 3m.

## **Conclusión específica 2**

Se resolvió en corroborar que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico. Por ello, se realizó la toma de muestra de una calicata de 1mx1m de profundidad de 3m, en la zona de estudio Huaycán-Ate. En ese sentido, la muestra de 80 kg fue llevada al laboratorio designado donde se realizó el ensayo de análisis granulométrico, la cual, resolvió clasificándola como un suelo denominado SP Arena mal graduada, además el contenido de humedad resolvió no ser significativa por tener 2.4%.

## **Conclusión específica 3**

Se demostró el cumplimiento de los factores de seguridad en el diseño de muro de contención con la técnica del concreto prefabricado. Por ello, la técnica del uso del concreto prefabricado resolvió la aplicabilidad en el tipo de muro de tierra forzada, ya que, el factor de seguridad en respuesta a un eventual deslizamiento marcó resistencia óptima de un 2.95, siendo como mínimo según el R.N.E. de 1.5, además en respuesta fren a un eventual volcamiento, la estructura marcó 6.83, siendo como mínimo según el R.N.E. de 2.0.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación general**

Se recomienda realizar una visita a un centro de elaboración de bloques de hormigón (concreto prefabricado) para determinar los equipos que requiere el material, además de conocer los aportes que genera su proceso industrializado.

### **Recomendación específica 1**

Habiendo estado establecidas las conclusiones del informe de investigación se recomienda continuar la aplicación de una guía de observación en la ejecución inicial de una cimentación de pirca, para con ello, conocer mejor la composición integral de sus características.

### **Recomendación específica 2**

Se recomienda para próximas investigaciones realizar el perfil del suelo, para poder conocer los horizontes o capas que conforma una muestra significativa, la cual, podría conllevar diferentes nomenclaturas de clasificación.

### **Recomendación específica 3**

Se recomienda para próximas investigaciones realizar un análisis comparativo de diseño de muro de contención sobre la técnica de concreto prefabricado de tipo tierra reforzada con el muro de contención con la técnica de concreto prefabricado de tipo de gravedad, para con ello, mencionar su aplicabilidad frente a ciertas características de la zona de estudio.

## REFERENCIAS

Allan Block Retaining Walls. AB Engineering Manual. 2018, 138 pp. Disponible en: <https://www.allanblock.com/literature/pdf/EngManual.pdf>

ANGUIANO, Erandine. Diseño y revisión de un muro de contención de gravedad a base de mampostería ubicado en el municipio de Uruapan, Mich. Tesis (Ingeniero Civil). Uruapan: Universidad Don Vasco, A.C. Incorporación N°.8727-15 a la Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. 116 pp.

ARIAS Jesús, VILLASIS Miguel y MIRANDA María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México. [en línea]. Mexico, 2016, 7 pp. ISSN: 0002-5151

ASOCEM. Reporte Estadístico Mensual. Resultado mensuales (indicadores nacionales). [en línea]. Perú, 2020, 17 pp.

ASTM C 1372-04. Specification Guidelines: Product Specifications for Segmental Retaining Wall Units. American society for testing and materials United States. 5 pp.

ASTM D 2216. Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. American society for testing and materials United States. 5 pp.

ASTM D 420. Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes. American society for testing and materials United States. 7 pp.

CAMPOS Guillermo y LULE Nallely. La observación, un método para el estudio de la realidad. Universidad La Salle Pachuca, Mexico, 2012, 16 pp.

CHAVEZ Ramirez, GASTELU Zegarra y VICENTE Gutierrez. Propuesta de sistema de construcción prefabricados para viviendas másivas. Programa de maestría en dirección de la construcción. Tesis (Magister en dirección de la construcción. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016. 124 pp.

CORDOVA, Hildegardo. Vulnerabilidad de los asentamientos de la periferia de Lima Metropolitana frente al cambio climático. Re-conociendo las geografías de América Latina y el Caribe [en línea]. Perú, 2012, 24 pp.

Durgesh Kumar Srivastava & Arabinda Sharma. Open source software (oss): a new avenue for civil engineering professionals. 1Department of Computer Science and Engineering. 2013, 5 pp.

Editor Geoxnet. Geología publicaciones. Clasificación de suelos [en línea]. Publicado 04 de Agosto del 2019. Disponible en: <https://post.geoxnet.com/clasificacion-de-suelos/>

El Peruano. CE.020 Estabilización de suelos y taludes. Lima, Viernes 9 de Noviembre de 2012. 18 pp.

El Peruano. CE.020 Estabilización de suelos y taludes. Lima, Viernes 9 de Noviembre de 2012. 18 pp.

El Peruano. E.050 Suelos y cimentaciones. Lima, Lunes 3 de Diciembre de 2018. 46 pp.

ESCOBAR Jazmine, CUERVO Angela. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Avances en Medición, Colombia. Junio 2008, 11 pp.

Faria F. Badhon &, Md. A. Islam. Effect of Gradation on Shear Strength of Sand. Department of Civil Engineering, Bangladesh University of Engineering & Technology, Dhaka, Bangladesh. Japon, 2017. 6 pp.

FLORES Ketty. Eficiencia del diseño muro de contención de gran altura con técnica de tierra armada respecto al muro de contención de concreto armado en la ciudad de Puno. Tesis (Ingeniero civil). Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano Puno, 2017. 126 pp.

FRIAS Dolores. -1- Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida. Universidad de Valencia, España. 2019. 18 pp.

FRÍAS, Angela. Diseño sustentable de prefabricados de concreto. Construcción y Tecnología en concreto [en línea]. México, 2014, 48 pp.

GOMEZ Sergio. Metodología de la investigación. 1.ra ed. Red Tercer Milenio S.C., 2012. 92 pp.

ISBN: 978-607-733-149-0

HERNANDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación. 6.ta ed. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2014. 634 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HU, JIA, WANG, WEI & DU. Engineering Characteristics and Reinforcement Approaches of Organic Sandy Soil. Advances in Civil Engineering. [en línea]. China, Volume 2018, Article ID 7203907, 13 pp.

INDECI-DIPRE. Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw. Instituto Nacional De Defensa Civil (INDECI) dirección de preparación subdirección de sistematización de información sobre escenarios de riesgo de desastres [en línea]. Perú, 2017, 54 pp.

JARA Morí Andrés. Estudio de la aplicabilidad de materiales compuestos al diseño de estructuras de contención de tierras y su interacción con el terreno, para su empleo en obras de infraestructura viaria. Tesis doctoral (Ingeniero Constructor). Madrid-España. Universidad Politécnica de Madrid, 2008. 426 pp.

KHOURY Industries. Manual de instalación comercial para Muros de Contención Allan Block. 2019, Allan Block Corporación. 64 pp.

Ley n.º 30806. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, Jueves 5 de Julio del 2018. [en línea]. Disponible en: [https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016\\_2021/ADLP/Normas\\_Legales/30806-LEY.pdf](https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/ADLP/Normas_Legales/30806-LEY.pdf)

Li Liu, Zhen Yang, Pan Zhou & Hongwei Yang. An Analytical Method of Coulomb's Active Earth Pressure Acting on Cohesion-Less Backfill Subject to Local Surcharge in Cold Regions. Volume 2020. 13 pp.

ID 8827006

LOPEZ Bellón, Jorge. Estudio técnico comparativo y de costes de muro prefabricado de hormigón para contención de taludes en obras de carreteras. Tesis (Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos). Sevilla: Escuela Técnica Superior de Ingeniería, 2018. 250 pp.

LOPEZ Valquiria y PEREZ Javier. Técnicas de recopilación de datos en la investigación científica. Revista de Actualización Clínica Volumen 10. [en línea]. 489 pp.

LUCERO Pardo, PACHACAMA Caiza y RODRIGUEZ Montero. Análisis y diseño de muros de contención. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2012. 393 pp.

MONJE Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa guía didáctica. Universidad Surcolombiana. 2011, 217 pp.

MONTERREY, Pedro y GOMEZ, Carlos. Aplicación de las pruebas de hipótesis en la investigación en salud: ¿estamos en lo correcto? [en línea]. Colombia, Universitas Médica, vol. 48, núm. 3, 2007, pp. 15.

MORALES Méndez, Boris. Sistema prefabricado T-WALL para muros de contención. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 96 pp.

MURRAY, Mike & TENNANT, Stuart. New Civil Engineer: Introducing Undergraduate Civil Engineers to Construction Technology. Engineering Education, Vol 9, Reino Unido, 2014, 16 pp.

NADER Giraldo. Viabilidad de muro de contención de gravedad mediante la utilización de llantas usadas. Tesis (Ingeniero Civil). Colombia: Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2018. 73 pp.

NINANYA Stevens y MELGAR Elvis. Empleo de nuevas tecnologías para el desarrollo de altas resistencias iniciales en concretos prefabricados. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 110 pp.

OTZEN Tamara y MANTEROLA Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. Universidad de Tarapacá [en línea]. Chile, 2017, 6 pp.

Prefhorvisa. Catálogo general 2017. [en línea]. 36 pp Disponible en: <https://www.prefhorvisa.com/pdfs/catalogos/catalogo-general-2017-web.pdf>

Principios de la ética de la investigación y su aplicación. REV MED HONDUR, Vol. 80, No. 2, 2012, 76 pp.

SÁNCHEZ Guamán y SUMBA Naula. Caracterización de suelos inestables frente a deslizamiento en dos laderas situadas en los alrededores de la ciudad de Cuenca. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2019. 183 pp.

TOIRAC Corral, José. El suelo-cemento como material de construcción. Ciencia y Sociedad. Instituto Tecnológico de Santo Domingo. República Dominicana, 2008. 53 pp.

VILDOSO Chirinos, Abelardo. La relevancia del microcrédito para las microempresas de Huaycán. Investigaciones sociales 38. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú, 2017. 13 pp.

ZAKRZEWSKA Aleksandra & KORENTZ Jacek. Numerical analysis of structural and material solutions for selected retaining walls. Civil and environmental engineering reports. [en línea]. Poland, 2020, 10 pp.

ZANELLI Flores, Criss. Evaluación de vulnerabilidad sísmica de pircas mediante modelación numérica en elementos discretos: aplicación al caso de las pircas en Carabaylo, Lima. Tesis (ingeniera civil). Perú: Pontificia Universidad Católica Del Perú-Escuela de Posgrado, 2019. 108 pp.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Matriz de Consistencia

**Tabla 31. Matriz de consistencia**

**“APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN CIMENTACIONES INESTABLES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN ATE-LIMA”**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
¿Cómo podemos determinar la aplicabilidad del concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima?	Determinar la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima.	Los muros de contención mediante la técnica del concreto prefabricado son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  Muros de Contención prefabricado.	Diseño de muro de Contención.	Factor de Seguridad por Volteo.  Factor de Seguridad por deslizamiento.	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada  <b>Diseño de investigación:</b> Diseño no experimental  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Población:</b> Viviendas vulnerables que manifiestan cimentaciones inestables por su condición geográfica y socioeconómica, la cual, requiere la ejecución de un muro de contención en el distrito de Ate-Lima.  <b>Muestra:</b> La muestra será una vivienda con cimentación inestable que tienen la necesidad de construir un muro de Contención en la zona M de Huaycán-Ate.  <b>Muestreo:</b> No Probabilístico.	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</b>		Ensayo de Corte Directo.	Ensayo de Proctor		Angulo de Fricción interna.  Contenido de humedad óptima.
<b>P.E.1:</b>  ¿Cuál es la característica de la cimentación inestable en las viviendas del distrito de Ate-Lima?	<b>O.E.1:</b>  Conocer las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima.	<b>H.E.1:</b>  Las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima son por cimentaciones de pircas autoconstruidas.		Gravedad específica	Peso unitario del material		
<b>P.E.2:</b>  ¿Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico?	<b>O.E.2:</b>  Corroborar que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico.	<b>H.E.2:</b>  Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no están caracterizadas por tener un suelo orgánico.		<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  Cimentación Inestable.	Análisis granulométrico.		Tamizado
<b>P.E.3:</b>  ¿Cumplirá los factores de seguridad los muros de contención que han utilizado la técnica del concreto prefabricado?	<b>O.E.3:</b>  Demostrar el cumplimiento de los factores de seguridad en el diseño de muro de contención con la técnica del concreto prefabricado.	<b>H.E.3:</b>  El diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado cumplen los factores de seguridad.	Evaluación comparativa visual		Índice de plasticidad  Frecuencias		

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 2.**  
**Matriz de variables**

**Tabla 32. Matriz de variables**

**“APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN CIMENTACIONES INESTABLES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN ATE-LIMA”**

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V.I.: Muros de Contención prefabricado</b>	Según Morales (2004) los muros de contención prefabricado representan una solución con un diseño apropiado, además ofrece una rápida construcción y prolonga la permanencia del muro.	Cuando es incorporado algún elemento prefabricado como parte de una estructura sistematizada, la deformación y fuerza que se produzcan en las conexiones deberán estar consideradas en el diseño (E.060 del R.N.E, Cap 16).	Diseño	Factor de Seguridad por volteo	ORDINAL
				Factor de Seguridad por deslizamiento	ORDINAL
			Ensayo de Corte Directo.	Angulo de Fricción interna.	ORDINAL
			Ensayo de Proctor	Contenido de humedad óptima.	ORDINAL
			Gravedad	Peso unitario del material	ORDINAL
<b>V.D.: Cimentación inestable</b>	Según Sánchez y Sumba (2019) el problema de la inestabilidad del suelo está diversificada y agrupada según su origen, propiedades, granulometría, en tal sentido, los suelos podrían agruparse en función a los materiales sobre la que están desarrolladas.	En tal sentido, también se denomina suelo colapsable aquel que varía violentamente por sometimiento a un incremento de peso o al saturarse (E.050 del R.N.E cap. VI).	Análisis granulométrico.	Tamizado	ORDINAL
			Ensayo de Límite de Atterberg.	Índice de plasticidad	ORDINAL
			Evaluación comparativa visual	Frecuencias	ORDINAL

Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 3. Validación de instrumentos

#### Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	15	75,0
	Excluidos <sup>a</sup>	5	25,0
	Total	20	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

#### Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,710	8

Fuente: Elaboración propia

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: Guía de observación y Programa IBM SPSS Statistics 21, instrumentos calibrados de laboratorio, Manual Técnico de diseño y Reglamento Nacional e internacional.

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Muro de Contención prefabricado	X		X		X		
	DIMENSION 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Diseño de muro de contención:	X		X		X		
	DIMENSION 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Ensayo para diseño.	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Cimentación inestable	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1:	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Ensayos descriptivos del suelo.	X		X		X		
	DIMENSION 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Evaluación comparativa visual	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [ x ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador:  
Ing. Samuel Beltrán Guerrero  
DNI: 08123179

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



SAMUEL BELTRÁN GUERRERO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 63621

Firma del Experto Informante.

Lima, Ate Junio del 2021

Fuente: Elaboración propia

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**


N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Muro de Contención prefabricado	X		X		X		
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Diseño de muro de contención:	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Ensayo para diseño:	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Cimentación inestable	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Ensayos descriptivos del suelo:	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Evaluación comparativa visual:	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):...

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [ x ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

 Apellidos y nombres del juez validador:  
 Ing. Newton Fidel Brañez Vivas  
 DNI: 09554880

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

  
**NEWTON FIDEL BRAÑEZ VIVAS**  
 INGENIERO GEOGRAFO  
 Reg. CIP N° 85687

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, Ate Junio del 2021

Fuente: Elaboración propia

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:** Guía de observación y Programa IBM SPSS Statistics 21, instrumentos calibrados de laboratorio, Manual Técnico de diseño y Reglamento Nacional e internacional.


N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Muro de Contención prefabricado	X		X		X		
	DIMENSIÓN 1	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Diseño de muro de contención:	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Ensayo para diseño:	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Cimentación inestable	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Ensayos descriptivos del suelo:	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Evaluación comparativa visual:	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):...

 Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [ x ]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

 Apellidos y nombres del juez validador:  
 Ing. Eduardo Abel Alanya Sacca    DNI: 06616069

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

  
**EDUARDO ABEL ALANYA SACCA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 100583

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 4. Resultados de Ensayos



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENSION EN CIMENTACIONES  
INESTABLES MEDIANTE LA TECNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN ATE -  
LIMA"  
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
FECHA EMISION : 16/06/21  
EXPEDIENTE : ITT 019-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1 M1 PROFUNDIDAD 3 metros

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	92.6
3/4"	19.000	91.5
1/2"	12.000	87.2
3/8"	9.500	84.5
Nº4	4.750	77.9
Nº10	2.000	64.3
Nº20	0.850	44.4
Nº40	0.425	30.2
Nº60	0.250	20.3
Nº140	0.106	6.4
Nº200	0.075	2.2

### Observaciones:

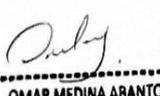
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 5. Curva granulométrica

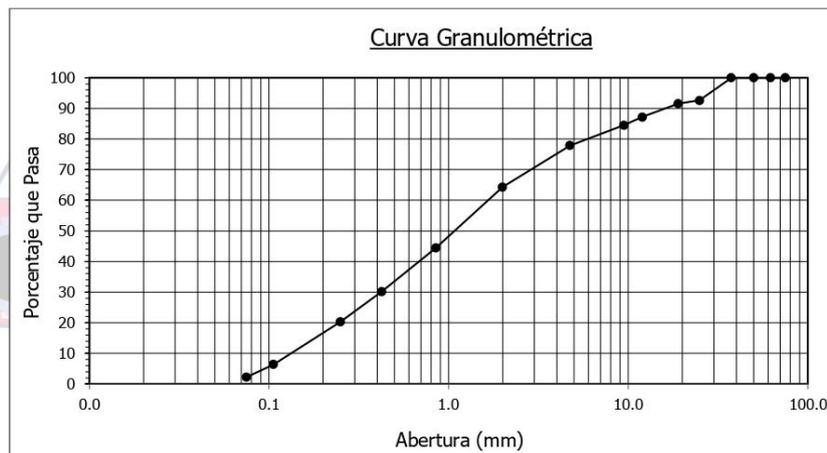


RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENSIÓN EN CIMENTACIONES  
INESTABLES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN ATE -  
LIMA"  
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
FECHA EMISIÓN : 16/06/21  
EXPEDIENTE : ITT 019 - 21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1 M1 PROFUNDIDAD 3 metros



### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 6. Resultado del tipo de suelo según S.U.C.S



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENSIÓN EN CIMENTACIONES  
INESTABLES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN  
ATE - LIMA".  
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
FECHA EMISION : 16/06/21  
EXPEDIENTE : ITT 019 - 21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO  
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS  
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA  
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)  
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	Arena mal graduada
---------------------	--------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE  
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation  
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-1-b (1)
-----------------------	-----------

### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 7. Resultado de contenido de humedad del suelo



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.  
SOLICITANTE : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN CIMENTACIONES INESTABLES  
MEDIANTE LA TÉCNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN  
ATE - LIMA"  
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
FECHA EMISION : 16/06/2021  
EXPEDIENTE : ITT 020-21

CONTENIDO DE HUMEDAD (%) ASTM D2216-19

Muestra C-1	2.4%
-------------	------

Nota: Profundidad 3 metros

### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.  
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

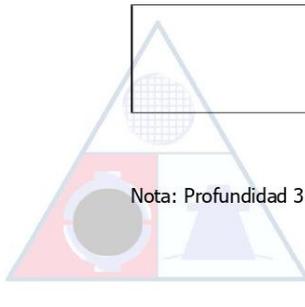
## ANEXO 8. Ensayo de gravedad especifica



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.AC.  
SOLICITANTE : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENSIÓN EN CIMENTACIONES  
INESTABLES MEDIANTE LA TECNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN  
ATE - LIMA"  
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
FECHA EMISION : 16/06/2021  
EXPEDIENTE : 021-21

GRAVEDAD ESPECÍFICA RELATIVA DE SÓLIDOS (Gs) ASTM D854-14

	Muestra C-1	2.66 g/cc	
Nota: Profundidad 3 metros			

### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

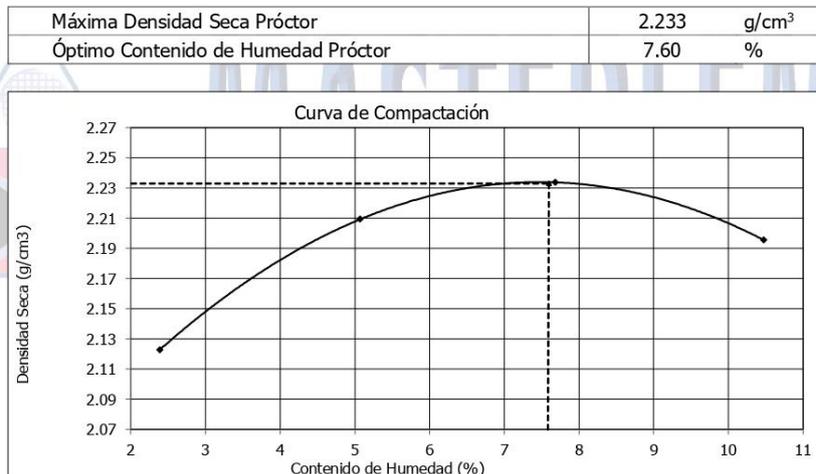
## ANEXO 9. Ensayo de Proctor



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTES : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
 PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENSION EN CIMENTACIONES  
 INESTABLES MEDIANTE LA TECNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN  
 ATE - LIMA"  
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
 FECHA EMISION : 16/06/21  
 EXPEDIENTE : ITT 022-21

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERISTICAS DE COMPACTACION DE  
 LABORATORIO DEL SUELO UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO  
 (56,000 ft-lbf / ft (2,700 kN-m / m<sup>3</sup>))1  
 (ASTM – D1557-12)



### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 10. Ensayo de corte directo



RUC 20506076235  
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
950 270 955 – 01 5407661  
Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENION EN CIMENTACIONES  
INESTABLES MEDIANTE LA TECNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN  
ATE - LIMA"  
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
FECHA EMISION : 16/06/21  
EXPEDIENTE : ITT 023-21

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080 MUESTRA C-1 M1

VALORES	Unidades	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
Altura Inicial:	mm	20.0	20.0	20.0
Lado de caja:	mm	62.1	62.1	62.1
Área Inicial:	cm <sup>2</sup>	30.3	30.3	30.3
Densidad Seca:	gr/cm <sup>3</sup>	2.124	2.124	2.124
Humedad Inicial:	%	7.6	7.6	7.6
Humedad Final.:	%	18.8	18.8	4.9
Esf. Normal:	kg/cm <sup>2</sup>	0.51	1.02	2.04
Esf. Corte:	kg/cm <sup>2</sup>	0.30	0.66	1.21

#### Resultados:

Cohesión  $c$  : 0.03 kg/cm<sup>2</sup>  
Angulo de fricción ( $\phi$ ) : 30.5°

Nota: Velocidad de ensayo 0.5mm/min

#### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.  
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.  
Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

  
JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del CIP N° 84286



  
OMAR MEDINA ABANTO  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 11. Resultado de esfuerzo de Cortes y Esfuerzo Normalizado



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

SOLICITANTE : ANGELA VANESSA ORTEGA COTRINA  
 PROYECTO : "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN CIMENTACIONES  
 INESTABLES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN  
 ATE - LIMA"  
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).  
 FECHA EMISION : 16/06/21  
 EXPEDIENTE : ITT 023-21

### MUESTRA C-1 M1

Deformación horizontal (%)	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado ( $\tau/\sigma$ )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.11	0.25	0.29	0.34	0.48	0.38
0.81	0.18	0.44	0.44	0.52	0.68	0.54
1.21	0.22	0.53	0.51	0.60	0.86	0.67
1.61	0.27	0.64	0.58	0.67	0.93	0.73
2.42	0.29	0.68	0.61	0.71	1.04	0.81
3.22	0.30	0.70	0.64	0.73	1.10	0.84
4.03	0.29	0.67	0.66	0.76	1.16	0.88
4.83	0.27	0.62	0.64	0.73	1.20	0.91
5.64	0.26	0.58	0.63	0.70	1.21	0.91
6.44	0.24	0.54	0.59	0.66	1.20	0.89
7.25	0.23	0.51	0.57	0.63	1.16	0.86
8.05	0.22	0.48	0.53	0.58	1.13	0.83

### Observaciones:

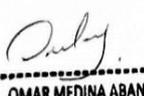
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente

  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



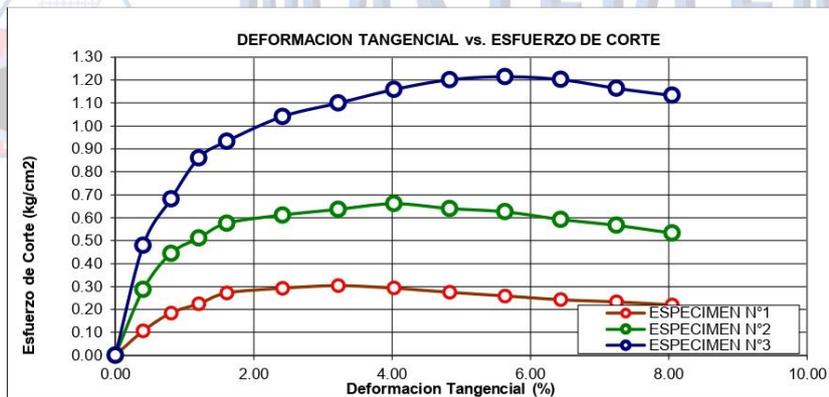
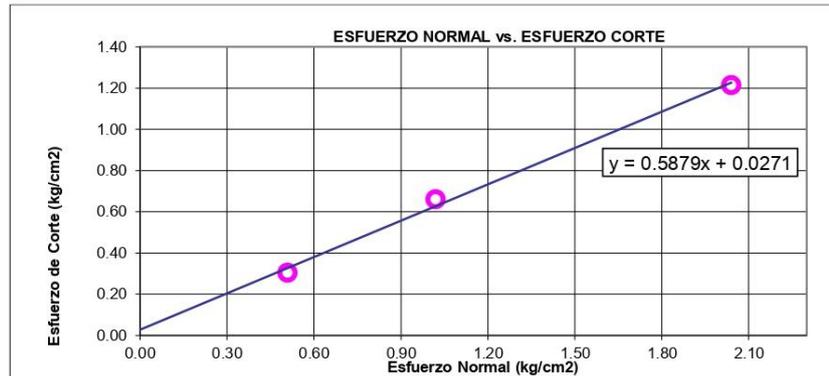
  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 12. Gráfico de Esfuerzos



RUC 20506076235  
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,  
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú  
 950 270 955 – 01 5407661  
 Web: [www.masterlem.com.pe](http://www.masterlem.com.pe)  
 Email: [servicios@masterlem.com.pe](mailto:servicios@masterlem.com.pe)

MUESTRA C-1 M1

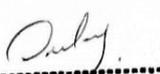


### Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.  
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

  
 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAJAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84286



  
 OMAR MEDINA ABANTO  
 JEFE DE LABORATORIO

### ANEXO 13. Panel fotográfico



Figura 31. Zona de estudio



Figura 32. Muro de rocas



Figura 33. Unión de rocas que no se desprenden



Figura 34. Unión de rocas que se desprenden



Figura 35. Vivienda 1 con cimentación de pircas



Figura 36. Vivienda 2 con cimentación de pircas



Figura 37. Vivienda 4 con cimentación pircas



Figura 38. Vivienda 3 con cimentación de pircas



Figura 39. Inicio de calicata



Figura 40. Calicata culminada



Figura 41. Medición 1 de calicata



Figura 42. Medición 2 de calicata



Figura 43. Mezclado del suelo



Figura 44. Cuarteo del suelo



Figura 45. Tamizado 1 de muestra



Figura 46. Tamizado 2 de muestra



Figura 47. Peso de muestra seca para granulometría



Figura 48. Ensayo de gravedad específica

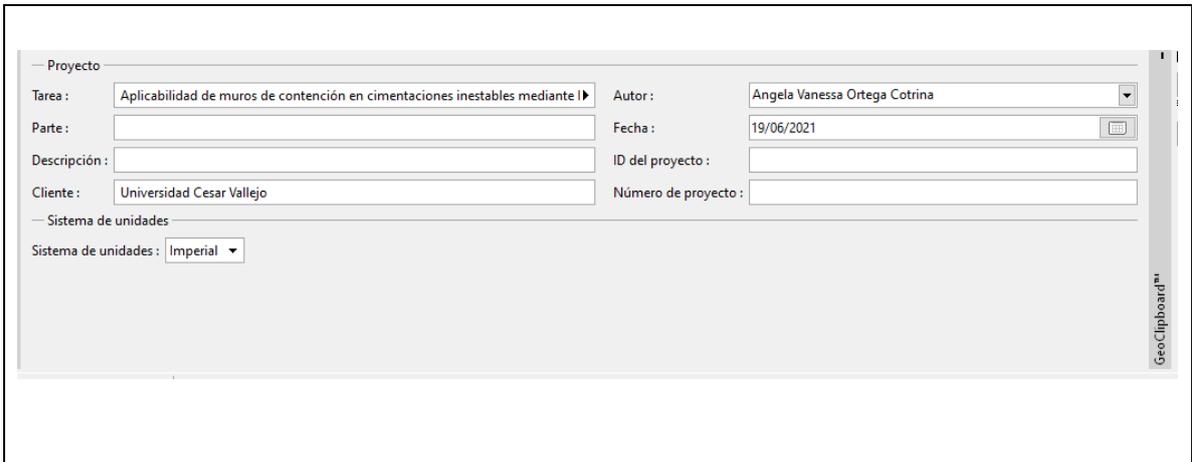


Figura 49. Ensayo de Proctor



Figura 50. Ensayo de corte directo

## ANEXO 14. Programación GE05 2021



— Proyecto

Tarea : Aplicabilidad de muros de contención en cimentaciones inestables mediante I ▶ Autor : Angela Vanessa Ortega Cotrina ▼

Parte :  Fecha : 19/06/2021

Descripción :  ID del proyecto :

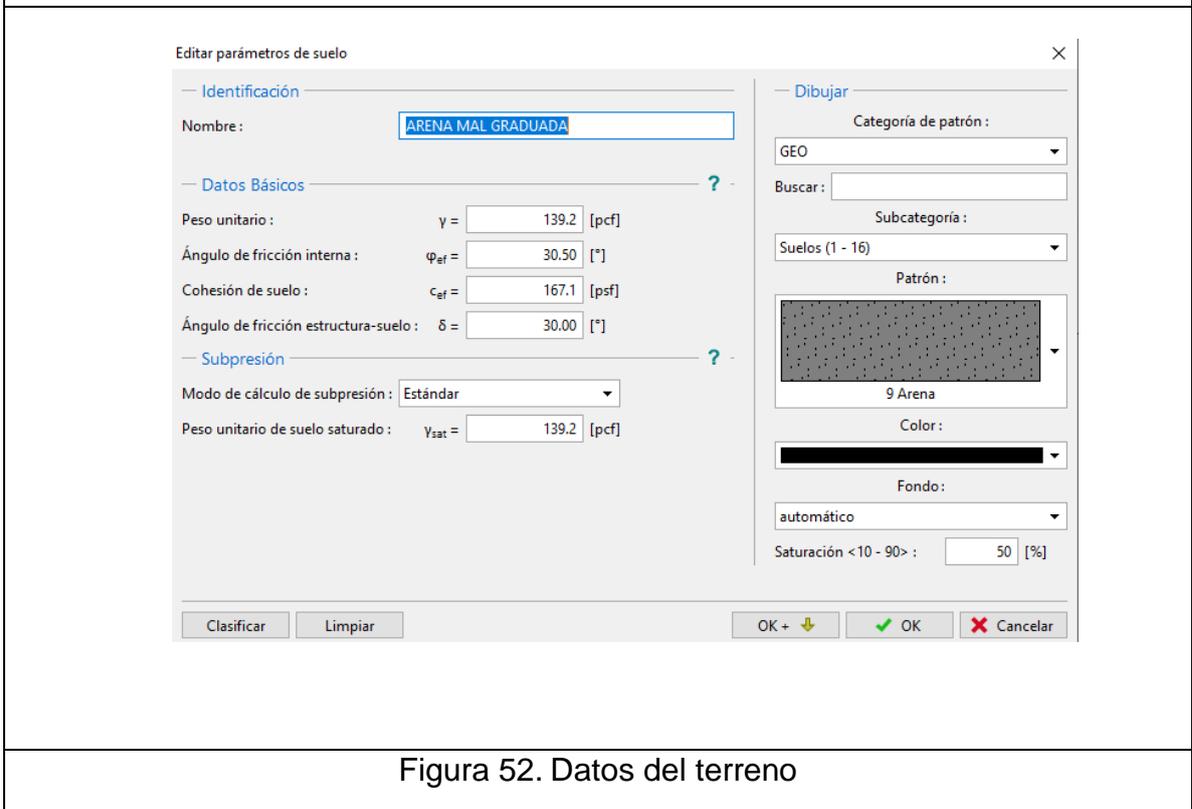
Cliente : Universidad Cesar Vallejo Número de proyecto :

— Sistema de unidades

Sistema de unidades : Imperial ▼

GeoClipboard™

Figura 51. Datos del proyecto



Editar parámetros de suelo

— Identificación

Nombre : ARENA MAL GRADUADA

— Datos Básicos

Peso unitario :  $\gamma =$   [pcf]

Ángulo de fricción interna :  $\varphi_{ef} =$   [°]

Cohesión de suelo :  $c_{ef} =$   [psf]

Ángulo de fricción estructura-suelo :  $\delta =$   [°]

— Subpresión

Modo de cálculo de subpresión : Estándar ▼

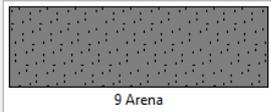
Peso unitario de suelo saturado :  $\gamma_{sat} =$   [pcf]

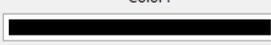
— Dibujar

Categoría de patrón : GEO ▼

Buscar :

Subcategoría : Suelos (1 - 16) ▼

Patrón :  9 Arena ▼

Color :  ▼

Fondo : automático ▼

Saturación <10 - 90> :  [%]

Clasificar Limpiar OK + ⬇️ OK Cancelar

Figura 52. Datos del terreno

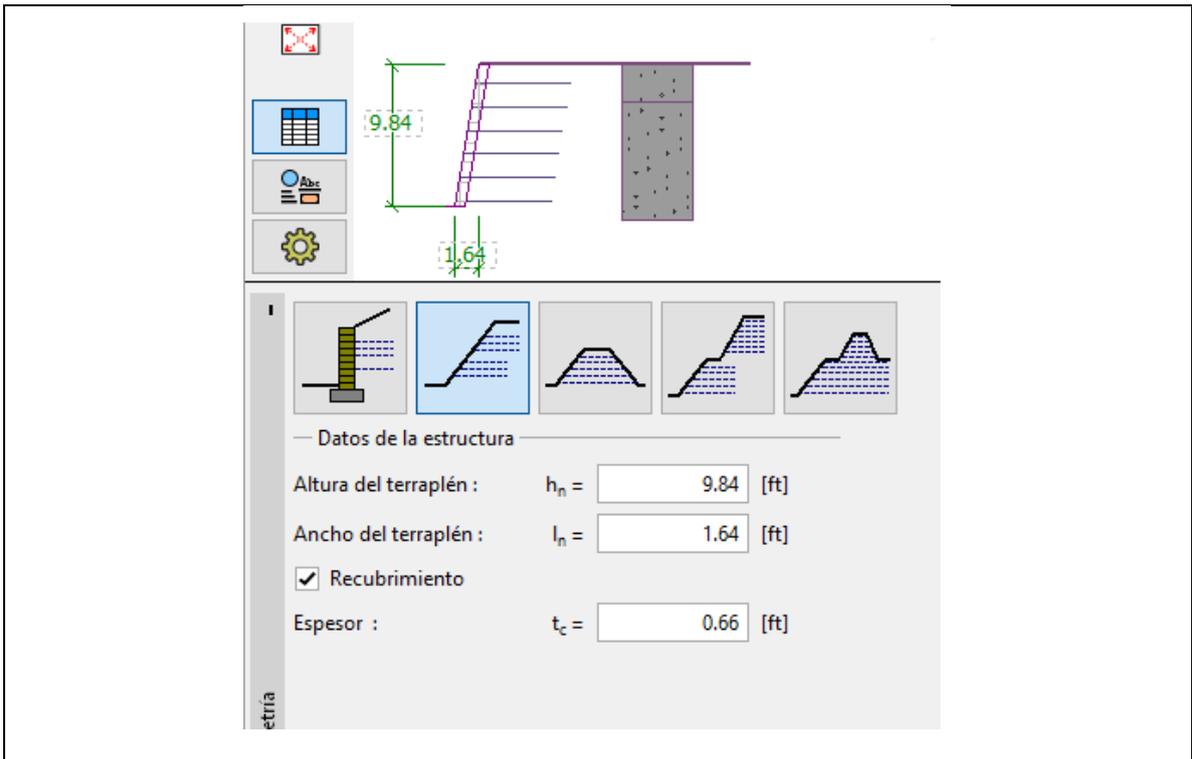


Figura 53. Modelamiento y datos de la estructura

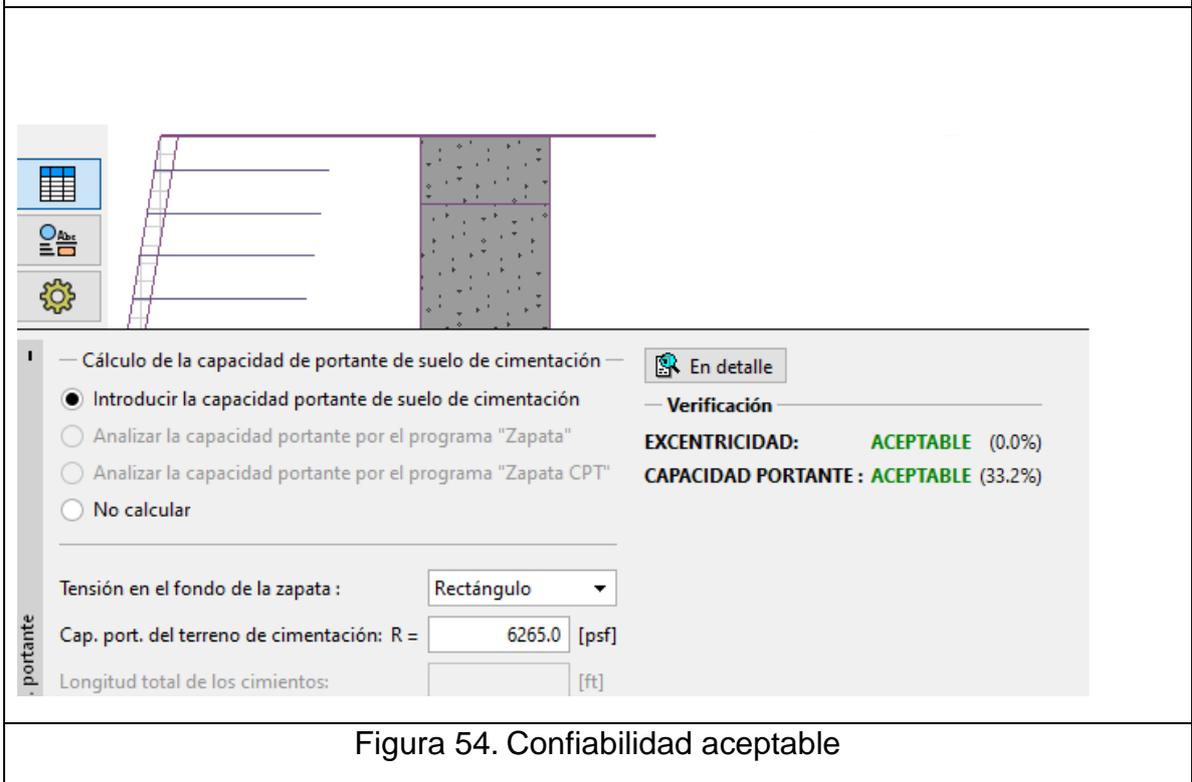


Figura 54. Confiabilidad aceptable

ANEXO 15. Documentación técnica

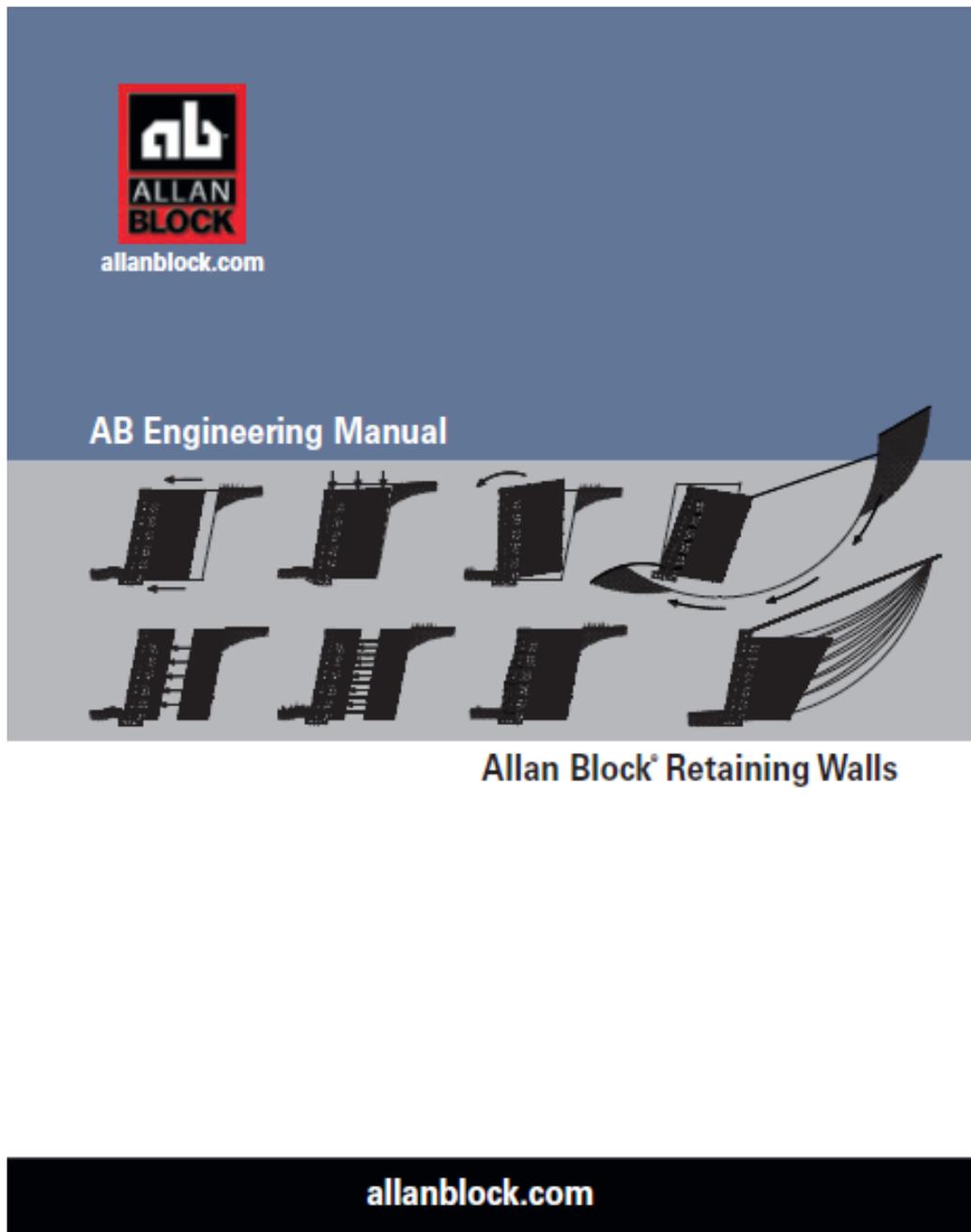


Figura 55. Manual AB Engineering Manual

## Diseño sustentable de prefabricados de concreto

Angela Fries

Fotografías cortesía de Basf Mexicana

**DESDE SU NACIMIENTO**, los prefabricados de concreto han tenido como objetivo prioritario optimizar la productividad, reducir el tiempo de ejecución y elevar la calidad de los procesos constructivos



**L**a sustentabilidad y la protección del medio ambiente son conceptos medulares en la dinámica y desarrollo del mundo globalizado. Desde 1987 hasta la fecha, la sociedad ha evolucionado hacia la protección ambiental y la responsabilidad social contribuyendo a mejorar la calidad y condiciones de vida de la población mundial.

Para la sociedad moderna, no basta con satisfacer las necesidades presentes de la humanidad, sino que es indispensable generar mejores condiciones de vida sin comprometer el hábitat de generaciones futuras. En este sentido, el lineamiento estratégico para los protagonistas de la industria de la construcción y su cadena de valor es asumir el desafío de generar

48

Figura 56. Diseño sustentable de prefabricados de concreto

**ANEXO 16.**



Figura 57. Modelo NAHUE Block

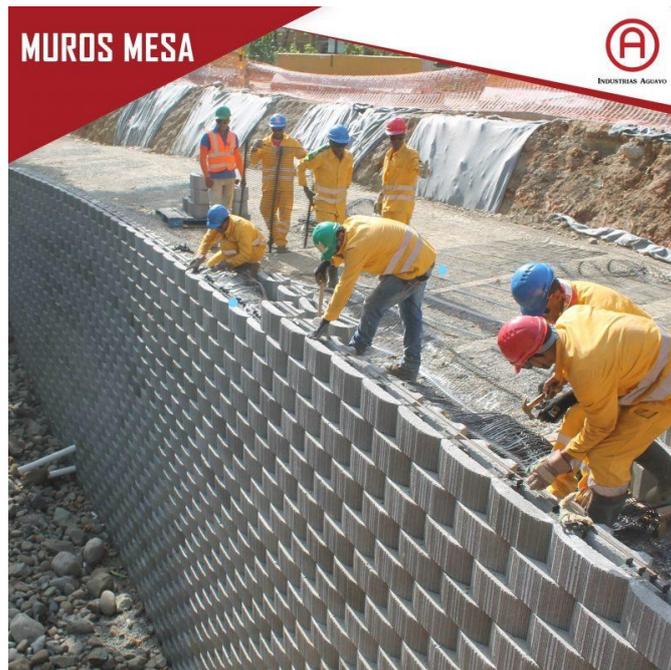


Figura 58. Modelo MUROS MESA



Figura 59. Modelo King Block



Figura 60. Modelo Allan Block



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Aplicabilidad de muros de contención en cimentaciones inestables mediante la técnica del concreto prefabricado en Ate-Lima”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

**AUTORA:**

Bach. Ortega Cotrina Angela Vanessa (ORCID: [0000-0003-0343-1327](https://orcid.org/0000-0003-0343-1327) )

**ASESOR:**

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: [0000-0011-8625-3989](https://orcid.org/0000-0011-8625-3989) )

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño sísmico y estructural

ATE - PERÚ

2021

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en los diferentes Asentamientos Humanos de la provincia de Lima, existe una importante cantidad de viviendas que están ubicados en pendientes, por ello, la condición propia del terreno la caracteriza con alto grado de inestabilidad, en tal sentido, Córdova (2017) mencionó que los Asentamientos Humanos están caracterizados por su vulneración física, pues se encuentran ubicadas en laderas. Del mismo modo, INDECI (2017) mencionó que según la estadística del INEI 2017, la cual, mostró un eventual escenario sísmico de 8.8 Mw (magnitud momento) para Lima Metropolitana y Callao, expone que habría 353 496 viviendas destruidas y 623 882 viviendas inhabitables.

En consecuencia, en el panorama de un eventual movimiento telúrico esperado en la provincia de Lima, se suma el desconocimiento de sistemas innovadores para poder acortar o evitar las pérdidas humanas y materiales. Por ello, el presente informe de investigación resalta la importancia del concreto prefabricado para estabilizar las cimentaciones inestables, mediante muros de contención. En tal sentido, respecto a la sustentabilidad del uso de concreto prefabricado, Frías Angélica (2014) manifestó que la industria de la construcción tiene como desafío en su lineamiento estratégico la importancia de limpios procesos de producción, la cual, involucra mayor eficiencia y mejor rendimiento con la finalidad de aportar en la conservación de nuestro hábitat.

Por ello, Murray y Tennant (2014) manifestaron que conocer y comprender significativamente los medios y métodos de la tecnología en la construcción es importante y fundamental para el buen desempeño de un ingeniero civil. Por tal, se da en cuestión ¿Cómo podemos determinar la aplicabilidad del concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima? En respuesta a la interrogante, se realizó el estudio denominado “Aplicabilidad de muros de contención en cimentaciones inestables mediante la técnica del concreto prefabricado en Ate-Lima.

El estudio se justificó en la necesidad de conocer una alternativa que pueda aplicarse ante la problemática existente, ya que, la calidad del terreno refleja la necesidad de contenerlo por encontrarse en desniveles de gran proporción en algunos casos. Además, el informe de investigación también se justifica en la importancia de evitar pérdidas materiales, pérdidas humanas debido a la arbitrariedad en la construcción de los muros de contención, entre otros, haciendo uso de las nuevas alternativas en que la ingeniería propone en función a la vulnerabilidad del entorno. Del mismo modo, el informe se justifica por dar a conocer el consumo de productos hacia una construcción sostenible, ya que, el concreto según Frías Angélica (2014) es el material mayor frecuentado para construir después del agua y se pretende mantener la producción eficiente generando una sustentabilidad en la industria.

Además, el estudio se justificó en la importancia de utilizar sistemas no convencionales como lo es el uso del concreto prefabricado, ya que, existen países que priorizan el uso de sistemas innovadores en las obras civiles, dando mejor visión a los proyectos de gran envergadura, y Perú según la Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM) en su reporte estadístico de Octubre 2020 menciona que la producción del cemento es 17.3% mayor que el 2019, en tal sentido, se justifica en poder mejorar el uso del cemento para generar un concreto de mejor calidad y estandarizado según la dosificación que se requiera para aportar en que las obras civiles sean ejecutas en menor tiempo y se den uso inmediato.

Por ello, el presente objetivo general de la investigación es determinar la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima. Por lo tanto, el objetivo general está sujeto al conocimiento de los siguientes factores: conocimiento del factor que está sujeto a las características del terreno (cimentación inestable), el factor que está en función a la teoría y conocimiento del suelo orgánico (desfavorable) y por último el factor que menciona el cumplimiento de la seguridad según su diseño basado en la normativa vigente.

En tal sentido, el primer objetivo específico del presente informe de investigación es dar a conocer las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima. Es por ello, que el instrumento de evaluación seleccionado deberá aportar en la descripción de forma inmediata y comparativa.

En cuanto al segundo objetivo específico, pretende corroborar si las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico, pues al respecto Hu, Jia, Wang y Wei (2018) mencionó que un suelo orgánico no es apropiado para la ingeniería, ya que, posee una baja resistencia inclusive posteriormente al refuerzo.

Y, por último, el tercer objetivo específico está asignado a demostrar el cumplimiento de los factores de seguridad en el diseño de muro de contención con la técnica del concreto prefabricado, pues el concreto prefabricado es un elemento novedoso sin recurrencia en retención de tierras para viviendas a nivel nacional, sin embargo, este deberá mostrar cumplimiento seguridad al vuelco, sismicidad y deslizamiento según lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

En cuanto a la hipótesis, del informe de investigación Monterrey y Gomez-Restrepo (2007) mencionó que está caracterizado por ser la respuesta al problema planteado en la investigación. Por ello, tiene dos valores veraces (verdadero o falso), en consecuencia, se plantea el estudio de la investigación para alcanzar la veracidad que corresponde al tema de investigación, es decir, se obtienen resultados que respaldan los argumentos necesarios para brindar respuesta a la interrogante del estudio. Por lo tanto, con el respaldo de los resultados de los factores predispuestos en cada objetivo se manifiesta que los muros de contención mediante la técnica del concreto prefabricado son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

## II. MARCO TEÓRICO

Zanelli (2019) realizó una investigación sobre la evaluación de pircas, cuyo objetivo fue analizar la vulnerabilidad que podría enfrentar una cimentación de pircas frente a un sismo ubicadas en laderas del distrito de Carabayllo. En ese sentido, mencionó la caracterización representativa de 3 pircas, describiéndolas en una encuesta realizada subjetivamente. Por ello, calificó a una estructura de pircas como inestables y precarias mencionando que en S.J.L colapsaron en respuesta al sismo de Pisco ocurrido en el año 2007. Además, las describió como precarias y compuestas de rocas y rellenas por las misma, pudiendo tener una altura de 4 m. El trabajo concluyó en que las viviendas con cimentación de pircas podrían colapsar en respuesta frente a un sismo debido al ejercicio del empuje de la fuerza activa del relleno.

Flores (2017) cuya investigación tuvo como objetivo principal la evaluación de la eficacia del diseño del muro de contención con significativa altura utilizando la tierra armada a diferencia del uso del concreto armado en los muros de contención convencionales. La investigación fue descriptiva y comparativa, los materiales y equipos utilizados fueron una estación total, prisma, jalones, wincha, libreta de topografía, estacas, etc. La conclusión brindada fue que no existe una base de información que demuestre estadísticamente que una proporcione más eficacia entre el diseño de muro de contención convencional y el muro de contención con la técnica de tierra armada.

Chávez, Gastelú y Vicente (2016) cuya investigación dio al objetivo general de desarrollar una propuesta diferente e innovadora, en lo cual, se resalta el uso de sistemas industrializados para ejecutar casas con la intención de ahorrar tiempo y ofrecer rentabilidad. La investigación tuvo una conclusión aceptando que tiene mejor rentabilidad el sistema prefabricado en los proyectos con flujo financiero, sin embargo, en los proyectos inmobiliarios no tiene la misma característica debido al valor agregado de las tierras, pues tiene el sobre costo como inversión privada.

Nader (2018) realizó una investigación respecto a el análisis de la viabilidad de ejecutar un muro de contención caracterizado por ser de gravedad a través del uso de llantas sin uso. El tipo de investigación fue documental, además el diseño de la investigación empleó un método mixto de enfoque cualitativo y cuantitativo. En tal sentido, se concluyó la investigación que utilizar llantas desechadas (neumáticos) constituye una labor fácil de operar, e incluso el presupuesto resulta de menor costo a comparación del uso tradicional del concreto reforzado, disminuyendo en 60 % el valor del costo. Además, se presentó que resultó aprovechable y viable el uso de los mencionados neumáticos por la formar de reciclaje que se implantaría en la propuesta.

Ninanya y Melgar (2016) cuya investigación estuvo enfocada en poder contribuir con la investigación respecto al uso del concreto en Perú, a través del uso de aditivos químicos nuevos. En tal sentido, el estudio fue evaluada como una investigación bibliográfica - estudio experimental, en la cual se operó una mezcla de prueba, protocolo de prueba y un plan experimental. En conclusión, las proporciones que relacionan agua/finos que fueron recomendadas sirvieron de gran aporte para el control del diseño del CAC (concreto autocompactante).

En la investigación de Jara (2008) sobre la aplicación de nuevos materiales para el diseño de estructuras de retención de tierras y la interacción sobre el terreno para el empleo en las obras de infraestructura, tuvo como objetivo general el estudio de realizar una evaluación sobre el uso de materiales que componen el diseño para la construcción de estructuras de retención de tierras en obras viarias. En la investigación, mencionó que los muros prefabricados han demostrado en las últimas décadas una nueva alternativa para dar solución por su funcionalidad resistente y ecológica, ya que, están fabricadas principalmente de hormigón elaborado por un mercado industrializado, la cual, en algunos casos para mejor comportamiento a flexión es acompañada con refuerzos.

López (2018) presentó una investigación enfocada en la realización de poder comparar la estrategia que se realizó en el año 2009 respecto al acondicionamiento de los taludes que existieron por los deslizamientos y la propuesta optada en el año 2018 en la presente investigación. La ventaja económica de lo propuesto se debió al tratarse de una pieza prefabricada simple y perfectamente escalable. En conclusión, se dio a conocer que los elementos prefabricados reducen considerablemente el tiempo de culminación de un proyecto, además los módulos de contención prefabricado es elemento que resultó faltante en las obras para contener tierras.

Lucero, Pachacama y Rodríguez (2012) realizaron un proyecto de investigación con el objetivo de crear un manual que sea práctico y simplificado para analizar y diseñar muros de contención y revestimiento, para el aprovechamiento de los estudiantes como una guía para resolver de forma práctica y adecuada los distintos diseños. El trabajo se justificó con la realidad de la problemática que se vive por la inestabilidad de taludes que causan daños a viviendas aledañas, carreteras e incluso vidas humanas. Se concluyó que el diseño depende en primer lugar de las características que acondiciona de la estructura y de la tierra que tendría que ser soportada.

Sánchez (2019) cuya investigación se enfocó en iniciar una base de datos detallado donde incluya los parámetros geotécnicos de los suelos con características de inestabilidad del Cantó Cuenca. La justificación empleada fue la problemática de las diferentes laderas sujetas por su acondicionamiento geográfico a ser inestables abordando problemas de carácter social, económico e incluso social. La conclusión fue haber encontrado zonas con material coluvial en taludes de 6 y 9 m, también homogeneidad significativa de material fino negro generando la sensación de contener plasticidad.

Morales (2004) cuya investigación estuvo enfocada en realizar un plan de guía técnica para el uso del sistema prefabricado t-wall en los muros de contención de tierras, en tal sentido se busca dar beneficio a la práctica de ejercer ingeniería civil haciendo uso de la investigación que se realizó. También, se desea presentar la solución a menor costo y tiempo sin dejar de lado la calidad en la ejecución de muros de contención utilizando concreto prefabricado. El trabajo se resumió en mencionar conceptos, mención de análisis de diseño del muro, el procedimiento de ejecución de las unidades t-wall y la construcción básica de uno de los sistemas. La conclusión fue que el muro prefabricado t-wall soluciona apropiadamente el diseño, ya que, la ejecución es rápida, con resultados de geometría flexible donde minimiza los esfuerzos al construirlo, además de prolongar la durabilidad de la estructura.

Anguiano (2015) quien realizó un estudio enfocado en evaluar la estructura que estuvo sujeta a resistir empujes horizontales de diversas materias, sólidos, líquido y granulados, considerando los efectos del vuelco, peso propio y deslizamiento. El trabajo estuvo justificado en que existe demasiadas áreas en la rama de estructuras de la carrera de Ingeniería Civil, por ello, se justifica en mencionar y determinar las fuerza que ejerce la tierra en las estructuras que pretenden detenerlas. En tal sentido, la investigación concluyó en que los diseños en mampostería de los muros de contención adquieren resistencia por su propio peso, la ventaja principal de este tipo de diseño es que no requiere concreto armado, y por ello, cumple con una apropiada altura, sin embargo, si estas son excedidas a una altura mayor de 6 m, este tipo de muro de contención presenta fallas grandes, que trae como consecuencia el colapso.

Khoury Industries (2019) realizo un manual de Instalación para muros de contención prefabricado Allan Block, donde menciona que el sistema de muros de contención Allan Block simplifica la construcción, haciéndolo confiable y eficiente en el mercado. Una de las características del sistema de concreto prefabricado Allan Block es el sistema de Núcleos Huecos, pues provee muchos beneficios,

como lo es el desagüe superior, mejor resistencia en húmedos ambientes, fácil manejo, rápida instalación, mano de obra reducida, etc. Además, el sistema Allan block menciona el tipo de muro de contención adecuado para el concreto prefabricado según la características y condición del terreno. En conclusión, los muros de contención de gravedad utilizando concreto prefabricado pueden ser colocados con una inclinación de  $12^\circ$  (referencia) a una altura hasta 1.8 m sin ser reforzado con un talud de 3:1 o nivelado. Además, podría utilizarse el diseño de muro de contención con suelo reforzado con el refuerzo de geomallas partiendo de 3.00 m. de altura como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Muro de contención con la técnica de tierra armada.

Fuente: Khoury Industries

PREFHORVISA (2017) publicó un catálogo general, en la cual, mencionó que la construcción realizada con bloques remonta desde hace muchos siglos, pues los materiales en un principio estuvieron constituidos por la piedra natural. En tal sentido, la Asociación Nacional de Fabricantes de Bloque y Mampostería de Hormigón de España trabaja velando por la renovada calidad del producto.

Además, se resaltó que un apropiado diseño del uso de bloques con hormigón en muros de contención se encuentra resumida en seleccionar el contexto donde ejecutará el muro de contención, además se deberá fijar el alto y geometría de la futura construcción y por último realizar el cálculo de la envoltura del muro, refiriéndose así a la inclinación según el tamaño y peso del bloque para la determinación de la envoltura del muro como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Acabado estético del uso de bloques de concreto prefabricado.

Fuente: PREFHORVISA (2017)

Zakrzewska y Korentz (2020) en la publicación de su artículo sobre muros de contención mencionaron que las estructuras que involucra a la contención de tierras corresponden a la ingeniería más antigua. Por ello, mencionan que las estructuras más importantes de retención son los muros de contención del tipo gravedad, los muros empotrados y las paredes compuestas. Además, mencionó que la clasificación de los muros de retención podría calificarse según el material utilizado, el método de trabajo o la tecnología de producción como se muestra en la Tabla 1 de clasificación de estructuras de contención. La conclusión involucró al elemento finito como método que analiza diferentes variantes a la hora del diseño, además

de poder seleccionar la solución más eficiente según condiciones determinadas. En ese sentido, mencionó que el uso de un software moderno permite el cambio de los diferentes parámetros, insertar las características del plan, material utilizado y valor de cargas.

**Tabla 1. Clasificación de estructuras de contención**

<b>Clasificación de estructuras de contención</b>			
<b>Según material</b>	<b>Según método de transferencia</b>	<b>Según carga de trabajo</b>	<b>Según su tecnología de producción</b>
Concreto sin acabados	A través de la base	indeformable (presión estática)	Monolítico
Concreto reforzado	Por el plano lateral	deformable (presión activa y pasiva)	Prefabricado
Acero	A través de anclas		
Madera			
Geosintéticos	Compuesta		
Otros			

Fuente: Artículo sobre análisis numérico en las estructuras de retención.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de Investigación

##### Tipo de Investigación

La investigación se consideró de tipo Aplicada, debido a la descripción que dio a conocer el Artículo 5 del Reglamento de RENACYT (Reglamento de Calificación, Clasificación y Registro de los Investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica), la cual, según la publicación de El Peruano (2018), Ley 30806 mencionó estar dirigido a un conocimiento por medio de nuevas tecnologías, por ello, pretende cubrir una carencia identificada y específica.

##### Diseño de Investigación

Del mismo modo, el diseño de investigación según Hernández, Fernández y Baptista (6ta edición-2014) lo consideró como el plan para validar si es asertiva o no es asertiva la hipótesis. Además, mencionó que en el proceso de investigación cuantitativa se dispondrá del diseño de investigación experimental y no experimental. En tal sentido, el diseño del presente trabajo se planteó como una investigación no experimental, pues se caracterizó en no generar una nueva situación, ya que, se observó la situación existente, sin embargo, este tipo de investigación es dividida en transeccional (Explorativa, Descriptiva o Correlacional-Causal) y longitudinal. Es por ello, que el diseño de investigación fue No experimental-Transeccional-Descriptiva como lo muestra la Figura 3, pues se indagó la incidencia en una población.

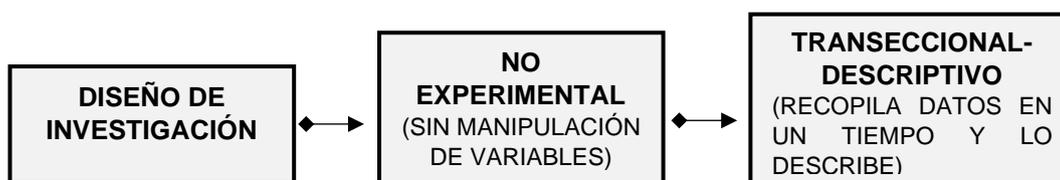


Figura 3. Esquema del diseño de Investigación

Fuente: Hernández, Fernández y Baptista (2014)

## 3.2 Variables y operacionalización

### Variables

Las variables enmarcadas como cuantitativa, tuvieron que estar desprendidas de las hipótesis, a diferencia de las variables cualitativas que deberán estar extraídas de la descripción del problema. En tal sentido, las variables de una investigación cuantitativa fueron clasificadas como independiente y dependientes (Gómez, 2012, pag.33).

#### Variable Independiente (x):

**Muros de contención prefabricado.** - Según Morales (2004) los muros de contención prefabricado representan una solución con un diseño apropiado, además ofrece una rápida construcción y prolonga la permanencia del muro.

#### Variable Dependiente (y):

**Cimentación Inestable.** - Según Sánchez y Sumba (2019) el problema de la inestabilidad del suelo está diversificada y agrupada según su origen, propiedades, granulometría, en tal sentido, los suelos podrían agruparse en función a los materiales sobre la que están desarrolladas.

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

### Población

En cuanto a población los autores Arias, Villasís y Miranda (2016) consideraron aclarar sobre el concepto de población, pues el término no refiere únicamente a personas, ya que, también podría considerarse a muestras biológicas, animales, expedientes, organizaciones, familias, etc. Por ello, al referirse sobre una población en una investigación, la definición engloba a un universo de estudio.

En tal sentido, la población de estudio fueron las viviendas vulnerables por su condición geográfica, las cuales, se caracterizaron por tener cimentaciones inestables, por tal, requieren la ejecución de muros de retención de tierras por encontrarse en laderas correspondientes a la jurisdicción territorial del distrito de Ate, provincia de Lima (Ver tabla 2).

- **Criterios de inclusión:** Se definió como las características que proporciona el objeto de estudio para impulsar la investigación. Por ello, los criterios de inclusión podrían ser el nivel socioeconómico, la edad, el grado de estudio u otros (Arias, Villasís y Miranda, 2016).
- **Criterios de exclusión:** Se definió como condición que representa la modificación de resultados, en consecuencia, estas características brindan el grado de no elegible para la investigación (Arias, Villasís y Miranda, 2016).

**Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión**

<b>Criterio de inclusión</b>	<b>Criterio de exclusión</b>
Viviendas ubicadas en el distrito de Ate-Lima.	Viviendas fuera de la jurisdicción de Ate-Lima.
Viviendas con alto grado de vulnerabilidad sísmica.	Viviendas ejecutadas con posibilidad de respuesta frente a un movimiento sísmico.
Viviendas con cimentaciones inestables.	Viviendas sin grado de pendientes.
Familias con bajos recursos económicos.	Familias con grandes posibilidades de mejorar su nivel socioeconómico.

Fuente: Elaboración propia

## **Muestra**

La muestra fue seleccionada por conveniencia, la cual, estuvo enfocada en una vivienda con cimentación inestable que manifestó la necesidad de un muro de contención en la zona del Asentamiento Humano de la Comunidad Autogestionaria de Huaycán-Ate.

## **Muestreo**

Al respecto Otzen y Manterola (2017), mencionaron que la muestra es obtenida por la técnica de muestreo probabilístico o no probabilístico. En tal sentido, el muestreo probabilístico da conocimiento de la probabilidad que cada individuo posee al ser elegido en la muestra al azar, a diferencia del muestreo no probabilístico que no fue seleccionado al azar, pues su selección dependió de ciertos criterios o características.

Por ello, el informe de investigación presentó un muestreo no probabilístico, por considerar particularidades en la muestra investigada.

## **Unidad de análisis**

Fueron Viviendas con cimentación inestables que representan la necesidad de un muro de contención.

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.**

#### **Técnica de recolección de datos**

Según López y Pérez (2011), definieron que las técnicas de recolección de datos son quienes aportan información de manera lógica y ordenada, la cual, destaca la encuesta y entrevista por el aporte del acercamiento hacia la población.

En ese sentido, se presenta la Tabla 3, donde las técnicas de recolección de datos fueron la técnica de observación de campo, las fichas establecidas por los laboratorios de ensayos y los manuales técnicos y reglamentos vigentes.

**Tabla 3. Técnicas de recolección de datos**

<b>Objetivo General</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Técnicas de recolección de datos</b>
O.G.: Determinar la aplicabilidad	O.E.1: Factor visual	Técnica de la observación de Campo.
	O.E.2: Factor terrenal	Fichas para el uso en laboratorio.
	O.E.3: Factor de diseño	Uso de material teórico.

Fuente: Elaboración propia

### **Instrumentos de recolección de datos**

Al respecto mencionó Hernández, Fernández y Baptista (6ta edición-2014), que un instrumento de recolección de datos es el recurso utilizado por el investigador con el objeto de registrar información sobre las variables estudiadas, la cual, debe poseer confiabilidad, validez y objetividad. En tal sentido, mencionaron que la validez de expertos es denominada “voces calificadas”, pues el grado de la medida del instrumento es bajo su aceptación.

Por ello, Escobar y Cuervo (2008) mencionaron que el invitado experto emite un juicio por la trayectoria en su materia, por lo cual, están caracterizados por la experiencia, reputación, motivación al ser participe e imparcialidad, pues demuestran confianza y adaptabilidad. En ese contexto, mostraron una guía a tener en cuenta para la elaboración de un juicio de expertos, la cual, permite ordenar la información con el objeto de concluir el proceso con mayor eficiencia (Ver tabla 4).

**Tabla 4. Resumen para la operación de un juicio de expertos**

<b>Resumen para la operación de un juicio de expertos</b>
1. Identificar el objetivo del juicio de expertos.
2. Selección de los profesionales.
3. Explicitar las dimensiones e indicadores de cada ítem.
4. Dar a conocer el objetivo de la prueba.
5. Establecer las diferencias de las dimensiones de la prueba.
6. Diseño de formato.
7. Cálculo de la concordancia entre jueces.

Fuente: Escobar y Cuervo (2008)

Respecto a la confiabilidad que representa un cuestionario existe el método de consistencia interna, por tal, Frías (2021) mencionó que la fiabilidad interna del instrumento podría estimarse con el Alfa de Cronbach (Ver tabla 5) o de Omega de McDonald, quienes permiten la estimación de fiabilidad del instrumento mediante los ítems.

**Tabla 5. Interpretación del valor del coeficiente alfa de Cronbach**

<b>Magnitud</b>	<b>Rango de <math>\alpha</math></b>
Excelente	Coeficiente alfa >0.9 a 0.95
Bueno	Coeficiente alfa >0.8
Aceptable	Coeficiente alfa >0.7
Cuestionable	Coeficiente alfa >0.6
Pobre	Coeficiente alfa >0.5
Inaceptable	Coeficiente alfa <0.5

Fuente: Frías Navarro (2021)

Por ello, se presentaron los instrumentos de recolección de datos según las técnicas presentadas para cada objetivo específico, la cual, están expuestas en la siguiente tabla (Ver tabla 6).

**Tabla 6. Instrumentos de recolección de datos.**

Objetivos	Técnica	Instrumento
O.E.1	Observación	Guía de observación y Programa IBM SPSS Statistics 21.
O.E.2	Pruebas de laboratorio	Herramientas, cámara de video e instrumentos calibrados.
O.E.3	Documentos (Análisis de documentos)	Manual Técnico de diseño, Reglamento Nacional e internacional.

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Procedimientos

El procedimiento estuvo dividido en 5 etapas generales las que involucró el uso de las técnicas de recolección de datos para alcanzar los objetivos presentados, del mismo modo, se aplicó los instrumentos de recolección de datos, por lo cual, se ejecutó el trabajo en campo y gabinete para conllevar las conclusiones como se muestra en la Figura 3.

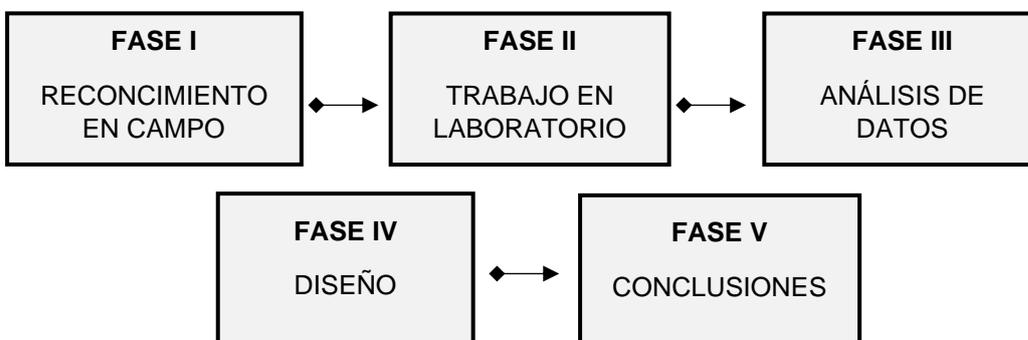


Figura 4. Fases de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

## Características de las cimentaciones inestables

Dando inicio al procedimiento del informe de procedió a la aplicación de la guía de observación, la cual, tuvo como objeto conocer las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima. La guía fue un almacenamiento de información ordenada para poder rescatar las características superfluas visuales que se pueden apreciar en las viviendas de la zona de estudio.

En ese sentido, la información obtenida en campo y rescatada en la guía de observación, fue procesada en el Programa IBM SPSS Statistics 21. Para la cual, se pudo realizar un análisis comparativo de la problemática estudiada en el informe de investigación, la cual, tiene una respuesta en la localidad utilizando cimentaciones inestables piedras sueltas (pircas). Al respecto, se resalta el uso de las pircas, ya que, se aprecia su elección en gran parte de la zona estudiada. Por ello, Zanelli (2019) mencionó que gran parte de las casas ubicadas en laderas no cuentan con acceso de servicio básico, y sus accesos son senderos escarpados, en tal sentido, las viviendas son edificadas sobre pircas como se muestra la Figura 6 (proveniente del quechua prica, que significa pared o cerco de piedras).

Por ello, se procesó los resultados de la guía de observación de una prueba piloto de la descripción de 15 viviendas con cimentación inestable, la cual, el grado de confiabilidad aceptable permitió la descripción final de 20 viviendas, por ello, se dividió en 3 dimensiones como se muestra en la Figura 5.

<b>Guía de observación</b>	
Dimensiones	1. Estabilidad
	2. Resistencia
	3. Rigidez

Figura 5. Dimensiones de la guía de observación.

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Descripción de pircas en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia

### **Características físicas del suelo**

Continuando, se coordinó con la propietaria del predio ubicado en la zona M de la Comunidad Autogestionaria de Huaycán, quien autorizó y dio consentimiento para la realización de una calicata de dimensiones de 1m de largo x 1m de ancho y 3m de profundidad como se muestra en la Figura 7. En tal sentido, la Norma ASTM D-420-19 (2018), mencionó que una investigación donde se identifica un material del subsuelo, puede implicar técnicas simples y/o complejas, pues la condición del subsuelo en un sitio es generalmente la respuesta sobre una combinación de aspectos naturales, climáticos y geológicos. Por ello, se ejecutó la calicata y llevó la muestra al laboratorio de ensayo de materiales MASTERLEM S.A.C. ubicado en la Av. Circunvalación, Huachipa - Lima para operar los siguientes ensayos:

En ese sentido, el R.N.E. C.E. 020 (2012) resaltó el concepto de suelo orgánico mencionando que se caracteriza por ser de color oscuro, con una variación mayor al 25% respecto al límite líquido del suelo seco por el aire y secado en el horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  en el tiempo de 24 horas. Además, el

R.N.E. E. 050 (2018) mencionó en el Art. 24, que no es recomendable realizar una cimentación sobre los siguientes materiales, relleno de desmonte, suelo orgánico, etc. Ya que, los mencionados materiales no aceptados, tendrán que ser removidos y remplazados por un material adecuado.

Por ello, se realizó los siguientes ensayos (Ver tabla 7) para poder determinar las características físicas del suelo y corroborar si las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate se caracterizan por tener un suelo orgánico.



Figura 7. Ejecución de calicata 1mx1mx3m  
Fuente elaboración propia

**Tabla 7. Ensayos determinantes del tipo de suelo**

<b>Ítem</b>	<b>Ensayos propuestos</b>
1	Análisis Granulométrico del suelo ASTM D422
2	Limite líquido y plástico ASTM D4318

Fuente: Elaboración propia

### **Diseño de muro de contención**

Por último, se procedió con el diseño de un muro de contención con la técnica de concreto prefabricado. Para ello, se utilizó la muestra de 80 kg transportadas en el laboratorio MASTERLEM S.A.C. para adicionar los ensayos restantes de Ensayo de Corte Directo, Gravedad Específica y Ensayo de Proctor que se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8. Ensayos para el diseño**

<b>Ítem</b>	<b>Ensayos para el diseño</b>
1	Análisis Granulométrico del suelo ASTM D422
2	Limite líquido y plástico ASTM D4318
3	Ensayo Triaxial y/o Corte Directo
4	Gravedad Específica
5	Ensayo de Proctor

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, con los datos del laboratorio brindados se procedió a mencionar el tipo de muro de contención, según denominación del Reglamento Nacional de Edificaciones como se muestra en la Tabla 9 y Tabla 10.

**Tabla 9. Tipo de muro de sostenimiento**

<b>Muros de sostenimiento</b>	<b>H</b>
Muros de gravedad	$H \leq 5\text{m}$
Muro de semigravedad	$H \leq 5\text{m}$
Muro en voladizo	$H \leq 10\text{m}$
Muro en voladizo con contrafuertes	$H > 10\text{m}$

Fuente: R.N.E. C.E. 020 Estabilización de taludes

**Tabla 10. Tipo de muro de sostenimiento según tecnología**

<b>Según muro de sostenimiento</b>	<b>Según material y tecnología constructiva</b>
Muro de gravedad y semigravedad	Muros encribado
	Muros de gaviones
	Muros de concreto masivo
Muro en voladizo y en voladizo con contrafuertes	Muro de tierra armada
	Muro de Concreto reforzado

Fuente: R.N.E. C.E. 020 Estabilización de taludes

Además, en cuanto al diseño del muro de contención prefabricado la Norma Internacional ASTM C1372 (2017), dio mención sobre la importancia de cubrir las especificaciones sobre las unidades segmentarias elaboradas en hormigón seco (concreto prefabricado) representando en la Tabla 11 las especificaciones por segmento de hormigón prefabricado, además resaltó que su diseño remonta a la utilidad de su construcción en cuanto a muros de contención, donde señaló que su calidad dependerá de una solidez libre de grietas.

**Tabla 11. Requisitos físicos de bloques prefabricados ASTM C1372**

<b>Resistencia a la compresión promedio neta mínima requerida, psi (MPa)</b>		
Promedio de 3 und.	Unidad individual	
3000 psi (20.7 Mpa)	2500 psi (17.2 Mpa)	
<b>Requisitos máximos de absorción de agua, lb / ft3 (kg / m3)</b>		
Clasificación de peso Densidad del concreto secado al horno lb / ft3 (kg / m3)		
Peso ligero	Peso medio	Peso normal
18 lb/ft3 (288 kg/m3)	15 lb/ft3 (240 kg/m3)	13lb/ft3 (208 kg /m3)

Fuente: ASTM C1372

Por ello, se tuvo en cuenta las características propicias del concreto prefabricado denominado tecnología sin mortero en bloque (Ver figura 8) para llevar a cabo el diseño, mostrando a continuación unas recomendaciones.

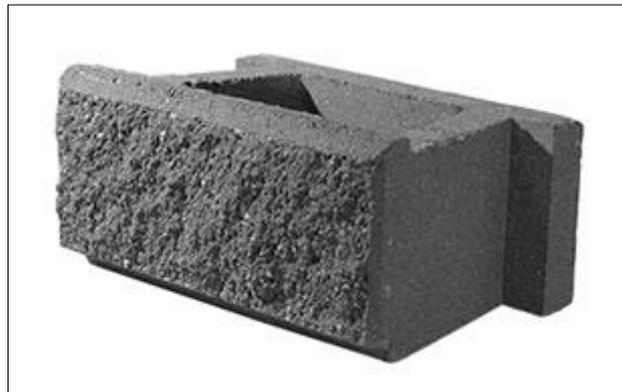


Figura 8. Tecnología sin mortero

Fuente: Sistema Allan Block

**Tabla 12. Características de bloques de concreto prefabricado**

Características de bloques de concreto prefabricado aprobadas		
Inclinación	Peso	Dimensiones
3°	35 kg	30x20x46 cm
3°	35 kg	20x30x46 cm
6°	35 kg	20x30x46 cm
12°	35 kg	20x30x46 cm
12°	34 kg	30x20x46 cm

Fuente: Sistema Allan Block

Reconocido la característica propicia del concreto prefabricado como lo mostró el sistema Allan Block en la Tabla 12, se realizó el diseño de muro de contención, reconociéndolo según el tipo de muro de sostenimiento que menciona el R.N.E. C.E. 020.

En ese sentido, se realizó la operacionalización del factor de seguridad frente al volcamiento y un deslizamiento (Ver figura 8).

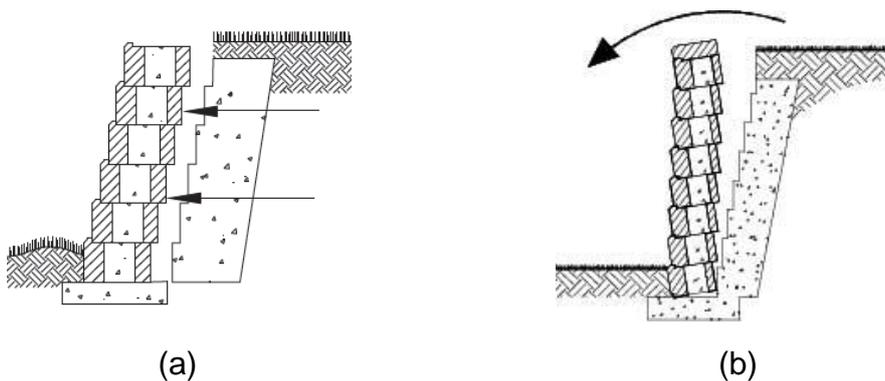


Figura 9. Factores de seguridad de desplazamiento (a) y volcamiento (b).

Fuente: AB Engineering Manual.

Respecto al análisis de la seguridad de un muro de contención, el R.N.E C.E.020 (2012) resumió los métodos denominándolos Método por factor de seguridad global y Métodos según los estados límites, para lo cual, ambos resultados coinciden en que el factor de seguridad frente a la volcadura deberá ser  $\geq 2.0$  y el factor de seguridad frente al deslizamiento deberá ser  $\geq 1.5$  como se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13. Valor de factores de seguridad**

ítem	Valor de factores de seguridad
1.	Factor de deslizamiento $\geq 1.5$ .
2.	Factor de volcamiento $\geq 2.0$

Fuente: R.N.E. C.E. 020 Estabilización de taludes

Además, se corroboró en el Programa GEO5 2021, donde Srivastava y Sharma (2013) mencionaron que la ingeniería civil abarca proyectos de gran complejidad, la cual, el grado exitoso dependerá de la planificación, computación, diseño y modelado. En tal sentido, gran parte de la labor se realiza por medio de software competentes, donde los códigos de apertura están libres en el mercado y disponibles para su aplicación.

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

En tal sentido, el método de análisis fue esquema diferencial. En lo cual, Monje (2011), mencionó que los tiempos actuales, el análisis de datos está procesada en una computadora, y que en general son muy pocos quienes la realizan de forma manual sobre todo si existe un gran tamaño de información. Por ello, existe un procesamiento ordenado donde en primer lugar está la toma de decisión (prueba estadística), posteriormente la ejecución del programa de análisis, luego a la programación de computadora y finalmente al resultado de la obtención del análisis.

### **3.7 Aspectos éticos**

El artículo Principios de la ética de la investigación y su aplicación (2012) mencionó que las investigaciones con principios éticos están caracterizadas por ser universales. Además, da mención sobre el respeto de la confiabilidad de los sujetos que podrían encontrarse involucrados en la investigación.

**Respeto por las personas:** Por ello, el presente informe de investigación tiene respeto por las personas que podrían encontrarse involucradas.

**Respeto al autor:** En tal sentido, se procedió a citar las fuentes utilizadas y redactadas su referencia bibliográfica.

**Compromiso social:** Debido a la responsabilidad dirigida a mejorar la problemática de la investigación.

## IV. RESULTADOS

### Características de las cimentaciones inestables

En descripción a la zona de estudio, Abelardo Vildoso (2017) mencionó que la Comunidad Autogestionaria de Huaycán, se encuentra ubicada en la zona n° 6 del distrito de Ate, habiendo iniciado su historia en los años de 1984 y que en la actualidad tiene una población rodeada de 150 000 habitantes. Además, dio mención de las familias que lo integran, pues las caracterizó por ser heterogéneas como consecuencia de la migración, la precaria consolidación urbana y el gran nivel de pobreza (pág. 254).

En ese sentido, se procedió al uso del instrumento de la guía de observación, por tal, se muestra la Figura 10, la cual, expone una cimentación de piedras denominada pircas (Figura 10a) y una cimentación de neumáticos (Figura 10b). En tal sentido, Campos y Lule (2012) mencionaron que la observación es lógica y verificable, ya que, capta objetivamente la realidad a diferencia de lo empírico, donde se utiliza datos observados para la satisfacción de una necesidad.



(a)

(b)

Figura 10. Cimentaciones de pircas (a) y cimentaciones de neumáticos (b)

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, se describió 20 viviendas con cimentación caracterizada por pircas con el uso de la guía de observación (Confiabilidad aceptable). En ese sentido la barra de frecuencias (Figura12) describió que el 75% de las viviendas observadas no tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas como lo muestra la Figura 11-a donde se desprenden fácilmente. Sin embargo, el 25 % de las viviendas observadas si tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas como se muestra en la Figura 11-b por el uso del mortero (Ver tabla 14).



(a)



(b)

Figura 11. Piedras de Pirca que se desprenden(a) y piedras de pirca que no se desprenden (b)

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14. Distribución de frecuencia 1**

<b>¿La unión de las piedras de la cimentación de pircas se encuentran bien sujetas?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	5	25,0	25,0	25,0
	No	15	75,0	75,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

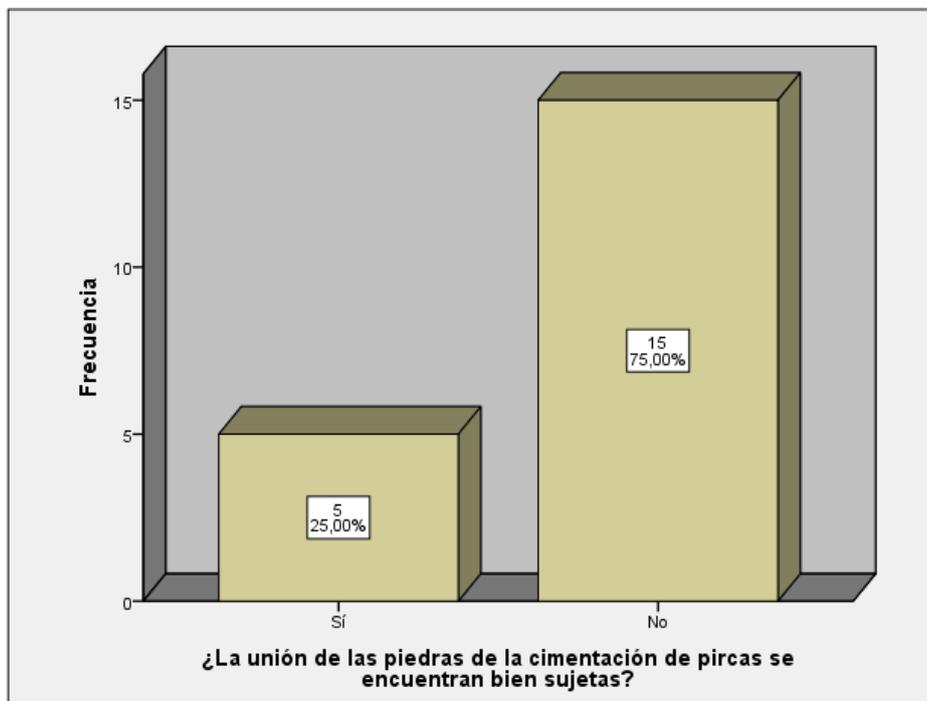


Figura 12. Barra de frecuencia 1

Fuente: Elaboración propia

Continuando la descripción, se observó que la pirca de piedras utilizadas como cimentación, están superpuestas ordenadamente (Figura 13-a) en 7 viviendas llegando a ser el 35% como menciona la Tabla 15, mientras que 13 viviendas equivalentes al 65 %, según la barra de frecuencia de la Figura 14 se encontraron desordenadamente colocadas como muestra la Figura 13-b.



(a)



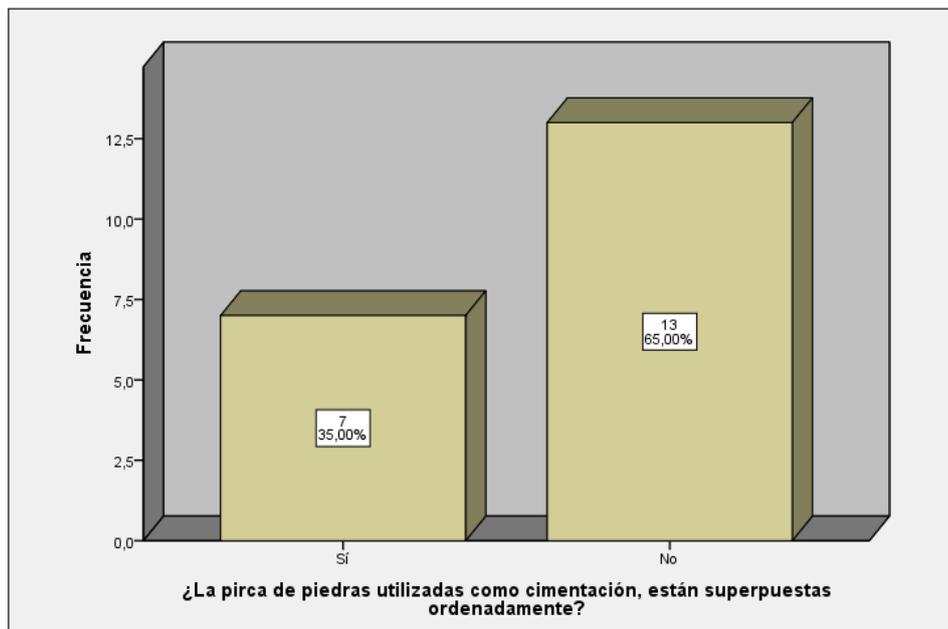
(b)

Figura 13. Piedras de pirca superpuestas ordenadamente (a) y piedras de pirca que no están superpuestas ordenadamente (b).

**Tabla 15. Distribución de frecuencia 2**

<b>¿La pirca de piedras utilizadas como cimentación, están superpuestas ordenadamente?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	7	35,0	35,0	35,0
	No	13	65,0	65,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14. Barra de frecuencia 2**

Fuente: Elaboración propia

También, se observó que 8 viviendas equivalentes al 40% según la Tabla 16, mostraron una estructura de pirca con una dimensión promedio de piedras, como lo muestra la Figura 15-a. Sin embargo, fueron 12 viviendas equivalentes al 60% como lo muestra la barra de frecuencia de la Figura 16 que no mostraron una dimensión promedio de piedras en las pircas como lo muestra la Figura 15-b.



(a)



(b)

Figura 15. Vivienda con dimensión promedio de piedras de pirca (a) y vivienda con sin una dimensión promedio de piedras de pirca (b).

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16. Distribución de frecuencia 3**

¿En la estructura de pirca, se mantiene una dimensión promedio de piedras?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	8	40,0	40,0	40,0
	No	12	60,0	60,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

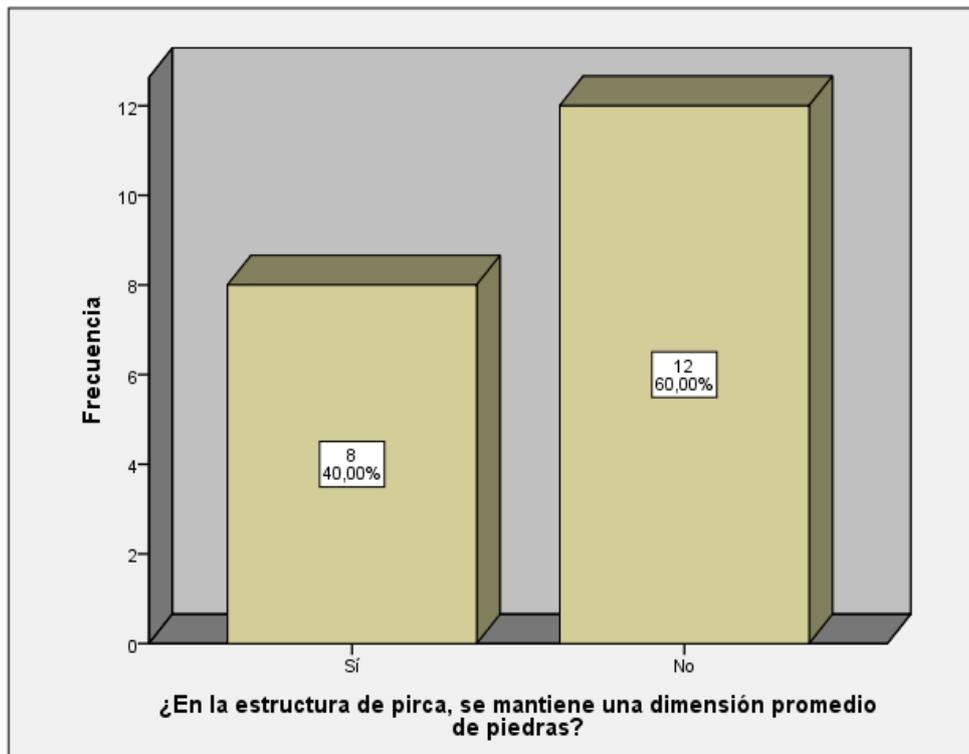


Figura 16. Barra de frecuencia 3

Fuente: Elaboración propia

Además, se observó que la cimentación de pirca de piedras se caracteriza por sostener viviendas de madera en su gran mayoría que fueron 16 viviendas como lo muestra la Figura 17-a equivalentes al 80% (Ver tabla 17 y Figura 18), mientras que 4 viviendas equivalente al 20% fueron de ladrillos y adobe como lo muestra la Figura 17-b.



(a)



(b)

Figura 17. Pirca de piedras que sostiene una vivienda de madera (a) y pirca de piedras que sostiene una vivienda de albañilería.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 17. Distribución de frecuencia 4**

<b>¿La cimentación de pirca de piedras sostiene una vivienda de madera?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	16	80,0	80,0	80,0
	No	4	20,0	20,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

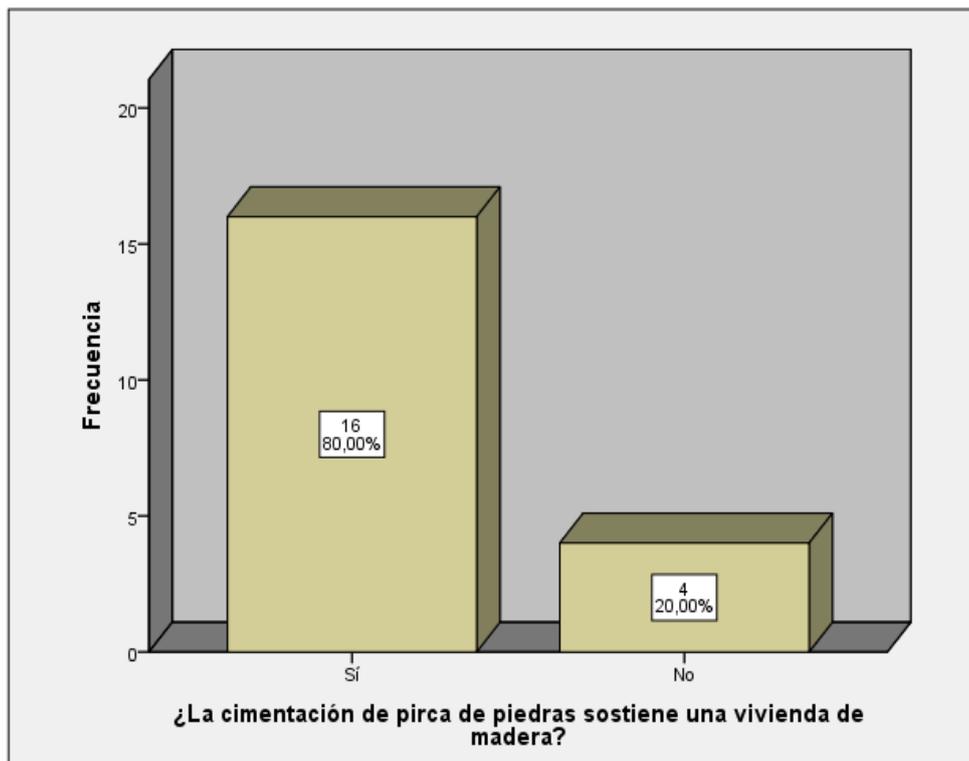


Figura 18. Barra de frecuencia 4

Fuente: Elaboración propia

Además, se procedió a la medición de alturas como lo muestra la Figura 19, donde se observó que 8 viviendas equivalentes al 40 % como muestra la barra de frecuencia de la Figura 20 se caracterizaron por contar con pircas de altura superior a 3m. Sin embargo, 12 viviendas equivalentes al 60 % (Ver tabla 18), se caracterizaron por contar con pircas de altura inferior a 3m.



Figura 19. Medición de altura de pircas con medidor laser

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18. Distribución de frecuencia 5**

¿La altura de la pirca es superior a 3 m?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Sí	8	40,0	40,0	40,0
	No	12	60,0	60,0	100,0
	Total	20	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

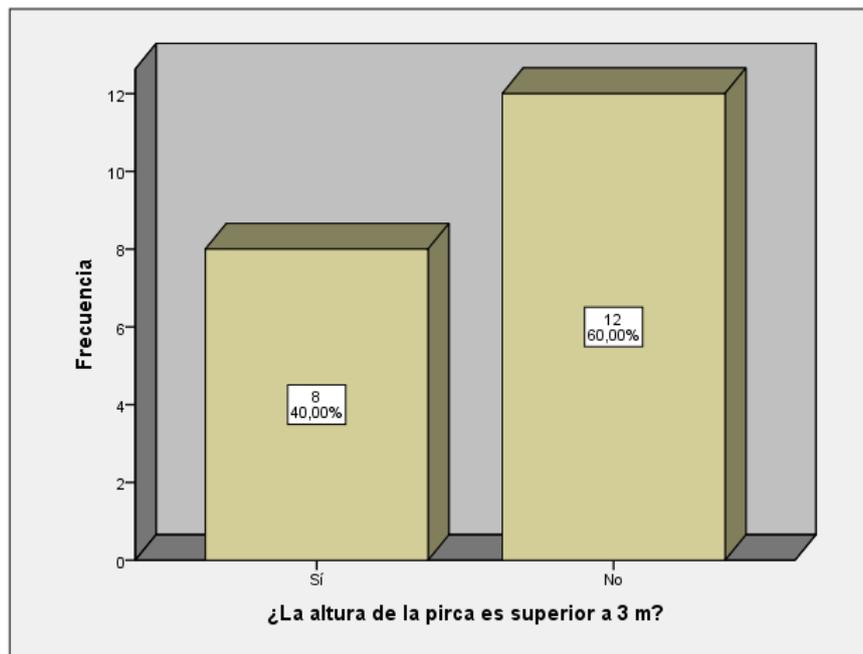


Figura 20. Barra de frecuencia 5

Fuente: Elaboración propia

## Características físicas del suelo

En respuesta al objetivo de corroborar que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate se caracterizan por tener un suelo orgánico, se realizó una toma de muestra de 80 kg retirada de una calicata de largo 1m x ancho de 1m y profundidad de 3 m en la zona de Huaycán en Ate (Ver figura 21). En ese sentido, los ensayos que se realizaron fueron el análisis granulométrico del suelo según ASTM D422 representada en la Tabla 19, Limite Liquido y plástico según ASTM D4318.

**Tabla 19. Análisis granulométrico**

Tamiz	AASHTO t-27 (mm)	Peso retenido	Porcentaje retenido	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa
2.5"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.90	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	92.5	7.4	7.4	92.6
3/4"	19.00	12.6	1.0	8.5	91.5
1/2"	12.50	54.1	4.4	12.8	87.2
3/8"	9.500	33.0	2.7	15.5	84.5
Nº 4	4.750	82.9	6.7	22.1	77.9
Nº 10	2.000	168.7	13.6	35.7	64.3
Nº20	0.850	247.4	19.9	55.6	44.4
Nº 40	0.425	176.3	14.2	69.8	30.2
Nº 60	0.250	123.9	10.0	79.7	20.3
Nº 140	0.106	172.6	13.9	93.6	6.4
Nº 200	0.075	51.3	4.1	97.8	2.2
< Nº 200	FONDO	27.9	2.2	100.0	0.0

Fuente: Laboratorio MASTERLEM S.A.C.

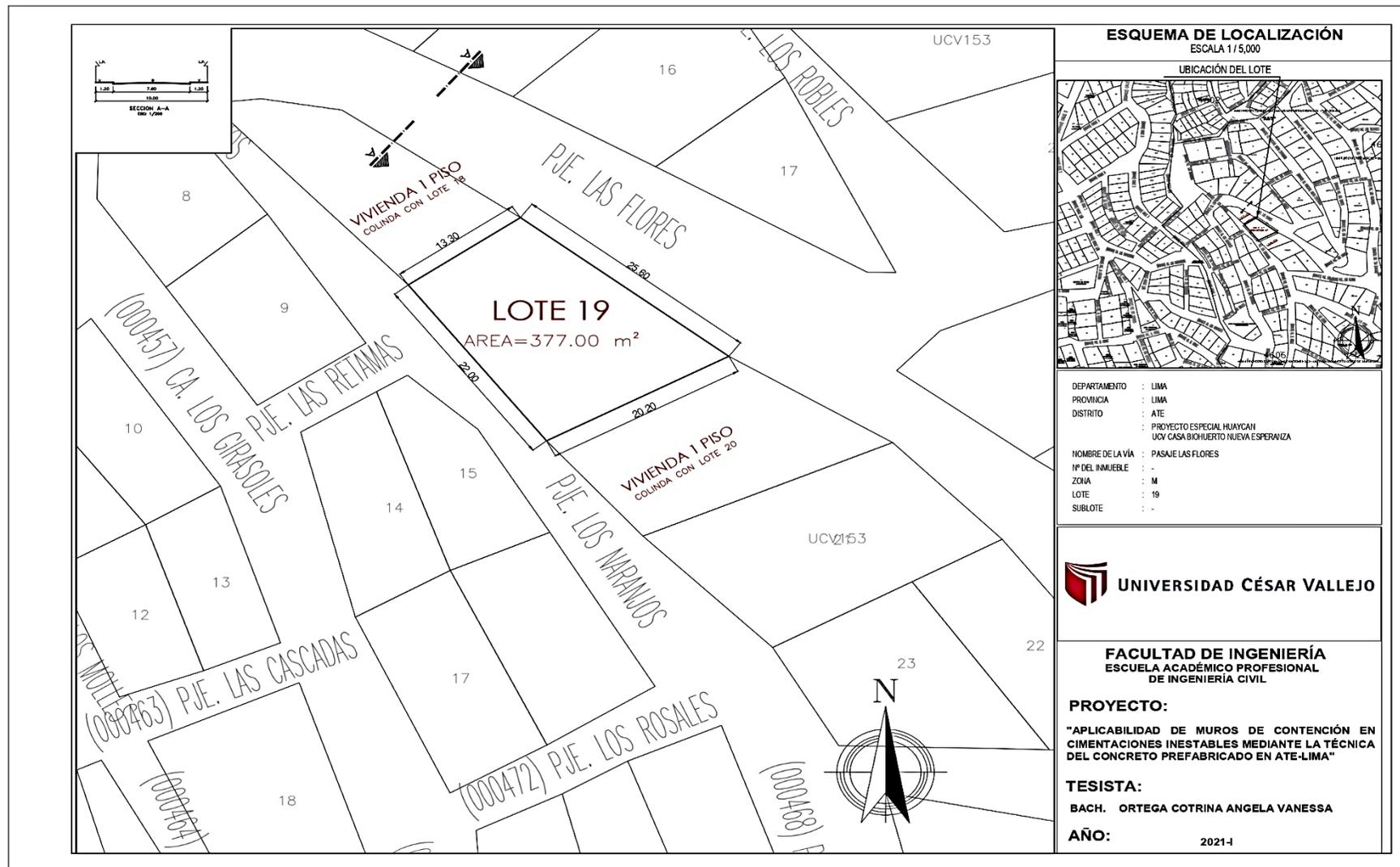


Figura 21. Plano de ubicación de donde se tomó la muestra tomada.

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, se expuso que se realizó el ensayo de granulometría iniciando con el cuarteo del suelo como lo muestra la Figura 22-a, posteriormente el tamizado como lo muestra la Figura 22-b con una muestra seca en horno de 1243.20 gr. La cual, por cada malla expresada en mm se obtuvo el peso retenido, posteriormente el porcentaje retenido, el retenido acumulado y el porcentaje que pasa representada finalmente en la curva granulométrica (Ver figura 23).



(a)



(b)

Figura 22. Cuarteo de material (a) y tamizado (b).

Fuente: Elaboración propia

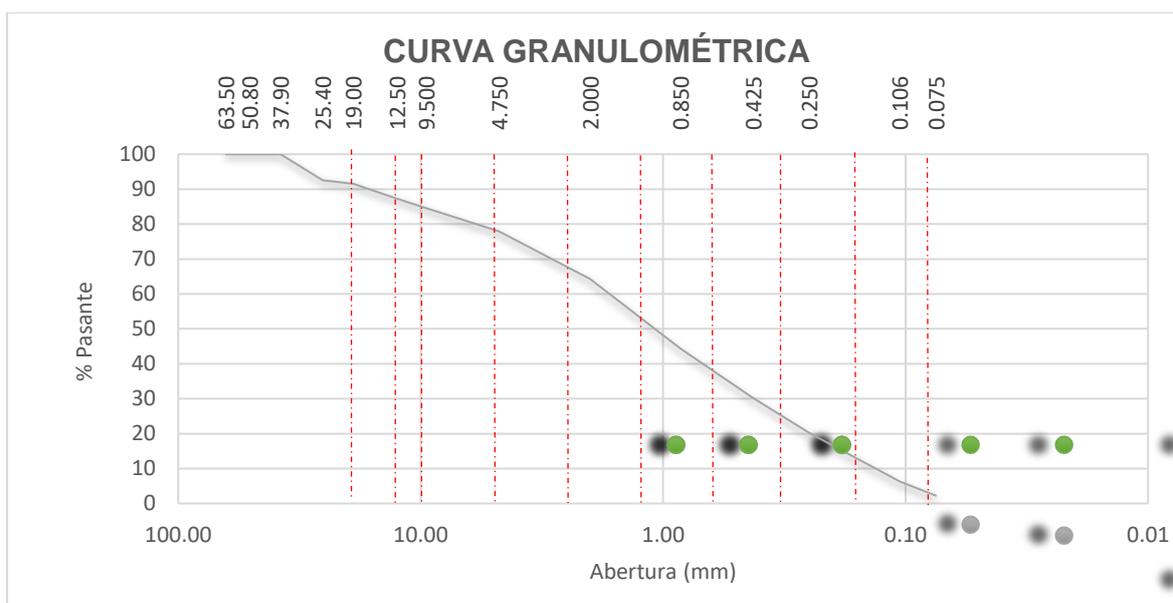


Figura 23. Curva granulométrica

Fuente: Elaboración propia

Por ello, la clasificación del suelo según S.U.C.S, fue de SP denominada como “arena pobremente graduada” (Ver tabla 20). En tal sentido, Badhon e Islam (2017) mencionó que las dimensiones granulares de las partículas tienen un rol importante frente al comportamiento de la resistencia. Además, mencionó que el suelo de grano grueso (grava y arena) demuestran eficiencia según el tamaño del grano, la dimensión y forma de la partícula, a diferencia del suelo fino, ya que, están controladas por la cantidad de agua y minerales.

**Tabla 20. Clasificación de suelos según SUCS**

Divisiones mayores		Símbolo SUCS	Descripción
Suelos granulares	Arena y Suelos Arenosos	SW	Arena bien graduada
		SP	Arena mal graduada
		SM	Arena limosa
		SC	Arena arcillosa

Fuente: R.N.E. E.050

En cuanto al contenido de humedad de la muestra de suelo, la Norma ASTM D-2216-19, mencionó que es una propiedad significativa, ya que, su conocimiento es utilizada con el objeto de correlacionar entre el comportar del suelo y sus propiedades iniciales, además es expresada en relaciones de las fases agua, aire y sólidos en el volumen de una muestra de suelo.

**Tabla 21. Contenido de humedad del suelo ASTM D-2216-19**

<b>Muestra</b>	<b>Ensayo N°1</b>	<b>Ensayo N°2</b>
N° Tara	B	E
Masa tara	412.80	409.90
Masa tara + suelo húmedo	1833.70	1233.10
Masa tara + suelo seco	1800.30	1213.60
Masa tara + suelo seco const. 1	1800.30	1213.60
Masa tara + suelo seco const. 2	1800.30	1213.60
Humedad %	2.4	2.4
Verificación de dispersión (Límite máximo 5%- Suelos)	0.6	

Fuente: Laboratorio MASTERLEM S.A.C.

Por tal, se procedió en la obtención del contenido de humedad, mediante 2 ensayos, la cual, se denominó Ensayo N° 1 y Ensayo N°2, donde la masa de tara fueron 412.80 gr y 409.90 gr respectivamente y las masas de tara + suelo y masa de tara + suelo seco como se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 22. Contenido de humedad del Ensayo N°1**

<b>Contenido de humedad del Ensayo N°1</b>
$W\% = \frac{(Masa\ tara +\ suelo\ húmedo) - (Masa\ tara +\ suelo\ seco) * 100\%}{(Masa\ tara +\ suelo\ seco) - (Masa\ tara)}$
$W\% = \frac{(1833.70) - (1800.30) * 100\%}{(1800.30) - (412.80)} = 2.4\%$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22, respecto al contenido de humedad se mostró la obtención porcentual del contenido de humedad proveniente del Ensayo N° 1 equivalente al 2.4 %.

**Tabla 23. Contenido de humedad del Ensayo N°2**

<b>Contenido de humedad del Ensayo N°2</b>
$W\% = \frac{(Masa\ tara +\ suelo\ húmedo) - (Masa\ tara +\ suelo\ seco) * 100\%}{(Masa\ tara +\ suelo\ seco) - (Masa\ tara)}$
$W\% = \frac{(1233.10) - (1213.60) * 100\%}{(1213.60) - (409.90)} = 2.4\%$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23, respecto al contenido de humedad se mostró la obtención porcentual del contenido de humedad proveniente del Ensayo N° 2 equivalente al 2.4 %.

**Tabla 24. Simbología S.U.C.S.**

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Subgrupo</b>
Grava	G	Bien gradada
Arena	S	Pobremente gradada
Limo	M	Limoso
Arcilla	C	Arcilloso
Orgánico	O	Alto Limite liquido (>50)
Turba	Pt	Bajo Limite liquido (<50)

Fuente: Editor Geoxnet

En la Tabla 24 sobre la simbología S.U.C.S. menciona que el tipo de suelo Orgánico con prefijo O, pertenece al Subgrupo de alto limite liquido por tener un alto contenido de humedad equivalente a poseer un contenido de humedad mayor al 50%.

En síntesis, conociéndose la descripción de un tipo de suelo orgánico, donde se considera como inservible por su alto contenido de humedad, la cual, el autor Toirac (2008) la describió como dificultable y poco trabajable por su alto limite liquido representado en la Tabla 24, según simbología S.U.C.S.

Por ello, se resolvió que la muestra tomada de las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate, no están caracterizadas por tener un suelo orgánico. Ya que, según la clasificación S.U.C.S. se denominaría SP nombrada Arena mal graduada y según el límite liquido está resolvió tener 2.4% de humedad, resolviendo no tener alto el límite líquido.

## Diseño de muro de contención

El diseño de muro de contención fue propuesto según el material y tecnología constructiva mencionado en el R.N.E. E.020 de la Tabla 25, la cual, fue un muro de tierra armada, ya que, se reforzó con geomalla, en ese sentido, además la muestra de suelo tomada fue de la zona de estudio en el distrito de Ate-Huaycán.

**Tabla 25. Muro de contención según material y tecnología**

Según muro de sostenimiento	Según material y tecnología constructiva
Muro de gravedad y semigravedad	Muros encribado
	Muros de gaviones
	Muros de concreto masivo
Muro en voladizo y en voladizo con contrafuertes	Muro de tierra armada
	Muro de Concreto reforzado

Fuente: R.N.E. E.020 Estabilización de taludes

Respecto a las fuerzas que actúan sobre un muro de contención AB Engineering Manual representó las fuerzas actuantes en un muro de contención de tierras como se muestra en la Figura 24, la cual, muestra a la fuerza del propio peso del muro, fuerza del empuje activo, fuerza del empuje pasivo, la fuerza sustentante y la fuerza de resistencia del deslizamiento.

Además, Engineering Manual (2018) nombró las principales fallas, pues el muro falla si existe deslizamiento hacia adelante, invadiendo así el espacio de diseño, del mismo modo falla al volcarse, pues puede girar hacia adelante.

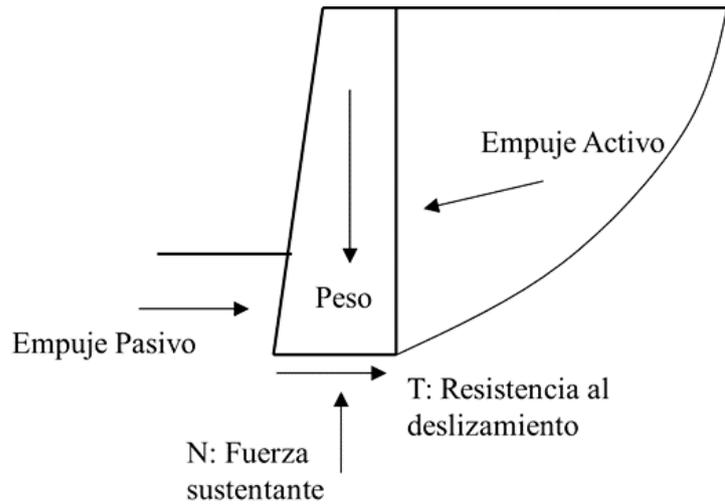


Figura 24. Fuerzas actuantes en un muro de contención.

Fuente: AB Engineering Manual

Del mismo modo, AB Engineering Manual (2018) mencionó que un muro de contención de concreto prefabricado reducirá gastos si es diseñado sobre la base del estado activo definida, la cual, es el valor mínimo de presión activa representado en la Figura 25 sobre estado del suelo, muestra la presión de diseño que se encuentra al límite de la presión activa.

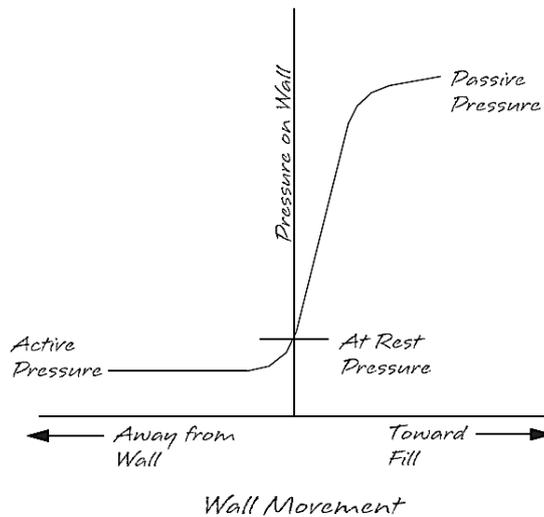


Figura 25. Estados del suelo

Fuente: AB Engineering Manual

**Tabla 26. Estados del suelo**

<b>Estados del suelo (suelo detrás del muro)</b>	
Estado activo	Es cuando la condición de equilibrio se asienta por la presión ejercida sobre el muro (se generó movimiento hacia adelante).
Estado pasivo	Es cuando se empuja hacia el suelo (construcciones que evitan el deslizamiento).
Estado de reposo	Tierra compactada.

Fuente: AB Engineering Manual (2018)

En ese sentido, la Tabla 26 denominado estados del suelo describió al estado activo, pasivo y reposo, además según AB Engineering Manual (2018) mencionó que el estado activo se diferencia por su condición de equilibrio, ya que, se asienta por la presión ejercida sobre el muro generando movimiento hacia adelante.

**Tabla 27. Variables de coeficiente de presión activa**

<b>Variables de coeficiente de presión activa</b>		
$K_a$	=	Coeficiente de presión activa
$\beta$	=	Angulo respecto a la inclinación del muro
$\varphi$	=	Angulo de fricción del suelo
$\varphi_w$	=	Angulo que genera la fuerza activa ( $0.66 * \varphi$ )
$i$	=	Angulo de pendiente de la parte superior del muro

Fuente: AB Engineering Manual (2018)

La Tabla 27 denominada variables del coeficiente de la presión activa muestra la nomenclatura utilizada en la teoría de Coulomb para poder operar el coeficiente de presión activa que se utilizará en el diseño de muro de contención utilizando concreto prefabricado.

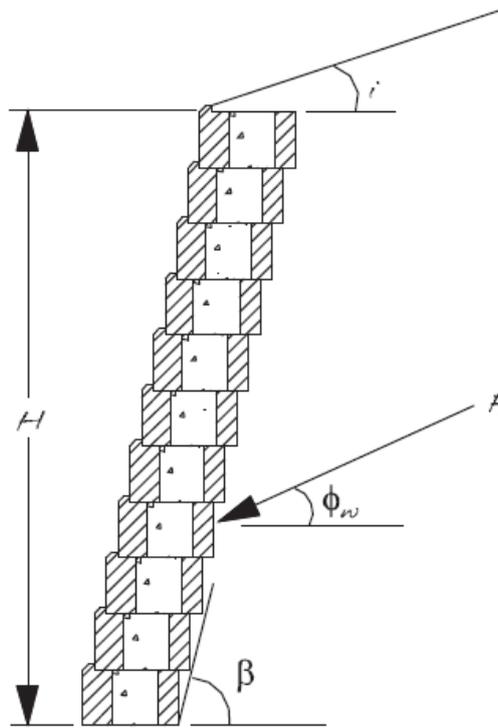


Figura 26. Coeficientes de presión activa de Coulomb  
Fuente: AB Engineering Manual

En ese sentido, los autores Liu, Yang, Zhou y H. Yang (2020) mencionaron que en la ingeniería geotécnica la teoría de la presión es de gran uso, pues la influencia del peso del relleno sobre la presión terrenal actúa directamente sobre la estructura de contención. Por tal, la figura 26 muestra los datos que operan en la fórmula de presión activa de Coulomb.

**Tabla 28. Coeficiente de presión activa de Coulomb**

Coeficiente de presión activa de Coulomb	
$K_{a=}$	$\left[ \frac{\csc(\beta) * \text{sen}(\beta - \varphi)}{\sqrt{\text{sen}(\beta + \varphi_w)} + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \varphi_w) * \text{sen}(\varphi - i)}{\text{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$

Fuente: AB Engineering Manual

En la Tabla 28 denominada Coeficiente de presión activa de Coulomb se muestra la fórmula para la obtención de Ka (coeficiente de presión activa).

**Tabla 29. Longitud de geomalla según altura de muro**

Tipo de suelo:		Arenas gruesas medianas, mal graduadas y gravas			
Condición del muro	H (altura de muro)		# de capas de geomallas	Longitud de geomalla	
	ft	m		ft	m
Caso: Sin ángulo de pendiente de la parte superior del muro	6	1.8	5	4.0	1.3
	7	2.1	6	5.0	1.6
	8	2.4	7	5.5	1.7
	9	2.7	7	6.0	1.9
	10	3.0	8	6.5	2.0

Fuente: Parámetros de diseño AB

En ese sentido, los parámetros de diseño de AB mostrada en la Tabla 29 denominada longitud de geomalla, refleja las recomendaciones según la altura del muro de retención de tierras, además muestra el número de capas de geomalla a utilizar según la altura del muro y el tipo de suelo.

Por ello, conociéndose el tipo de suelo SP según S.U.C.S. como Arena mal graduada y la altura de diseño propuesta de 3 m, equivalente a 9.84 ft se diseñó con una longitud de geomalla de 2 m equivalente a 6.5 ft.



Figura 27. Colocación de geomalla para el refuerzo del suelo

Fuente: Parámetros de diseño AB

Por ello, se muestra la Figura 27 donde se aprecia la colocación de geomalla para el refuerzo del suelo inestable, mediante un muro de contención de tierra armada con el uso de la técnica de concreto prefabricado predispuesto en el presente informe de investigación.

Además, en la figura 28 se muestra que se recurrió al ensayo de Próctor Modificado para la obtención de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad realizado en laboratorio MASTERLEM S.A.C.

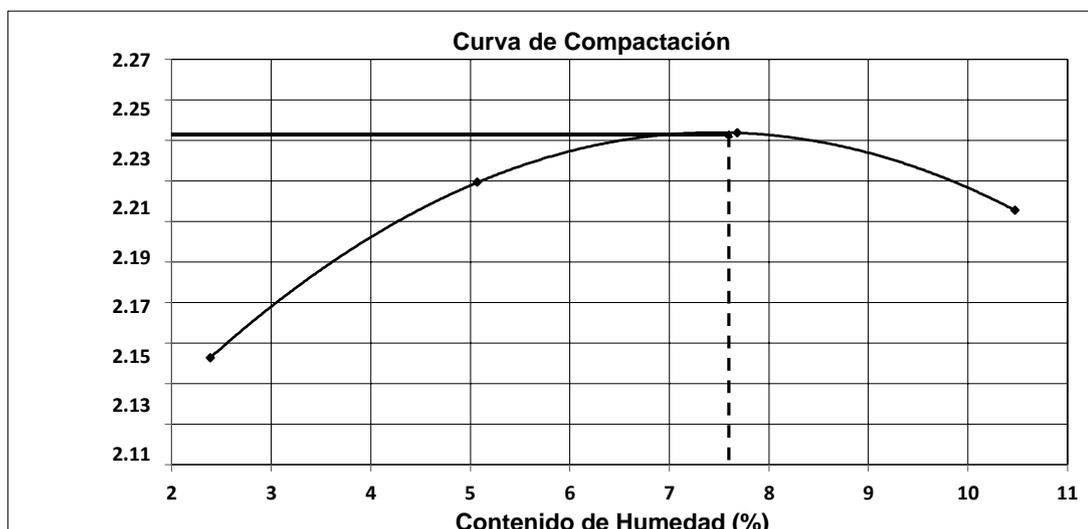


Figura 28. Curva de compactación

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, se procedió al diseño de un muro de contención de concreto con el uso de la técnica de concreto prefabricado de tipo tierra armada, de altura de 3 m (9.84 ft), de la muestra tomada de la zona de estudio del distrito de Ate-Lima. Los subíndices r e i se refieren al suelo retenido y al suelo de relleno (Tabla 28), respectivamente.

Datos requeridos:

- $i$  = Angulo de pendiente de la parte superior del muro.
- $H$  = Altura del muro.
- $\beta$  = Angulo respecto a la inclinación del muro.
- $\varphi_i$  = Angulo de fricción del suelo de relleno.
- $\varphi_r$  = Angulo de fricción del suelo retenido.

- $\varphi_{wi}$  = Angulo que genera la fuerza activa del suelo de relleno  
 ( $0.66 \cdot \varphi_i$ ).  
 $\varphi_{wr}$  = Angulo que genera la fuerza activa del suelo retenido.  
 ( $0.66 \cdot \varphi_r$ )  
 $K_{ai}$  = Coeficiente de presión activa del suelo de relleno  
 $K_{ar}$  = Coeficiente de presión activa del suelo retenido  
 $\gamma_r$  = Peso específico del suelo retenido  
 $\gamma_i$  = Peso específico del suelo de relleno ( $125 \text{ lb/ft}^3$ )  
 $L_s$  = Longitud de geomalla  
 $L_t$  = Longitud de geomalla segura ( $L_s + 0.13$ )  
 $Y_{wall}$  = Peso unitario del revestimiento de la pared.  
 $t$  = Fondo de bloque

#### Datos generales

- $H = 9.84 \text{ ft}$   
 $\beta = 78^\circ$   
 $i = 0^\circ$   
 $L_s = 6.5 \text{ ft}$   
 $L_t = 6.63 \text{ ft}$   
 $Y_{wall} = 130 \text{ lb/ft}^3$   
 $t = 0.97 \text{ ft}$

#### Datos de ensayos

- $\varphi_r = 30.5^\circ$   
 $\gamma_r = 139.21 \text{ lb/ft}^3$   
 $K_{ar} = 0.12$   
 $\varphi_{wr} = 20^\circ$

**Tabla 30. Datos del suelo de relleno**

Datos de suelo de relleno	
$\phi_i$	= 30 °
$\gamma_i$	= 125 lb/ft <sup>3</sup>
$K_{ai}$	= 0.2197
$\phi_{wi}$	= 19.50 °

Fuente: AB Engineering Manual (2018)

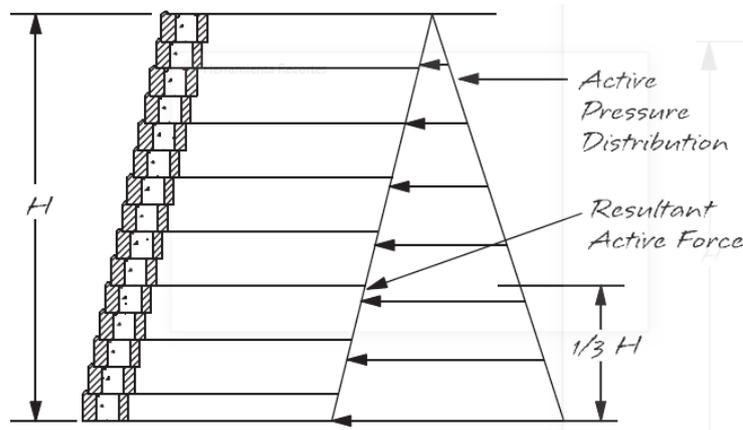


Figura 29. Diagrama de Fuerza activa

Fuente: Elaboración propia

**Criterio de deslizamiento:**

$$\text{F.S. Deslizamiento} = \frac{\sum \text{Fuerzas resistentes}}{\sum \text{Fuerzas actuantes}} \geq 1.5$$

$$W_w = W_f + W_s$$

$W_f$  = Peso de pared de gravedad coherente.

$W_f$  = Peso unitario de la pared \*altura de la pared \*profundidad de bloque.

$W_f$  =  $\gamma_{wall} * H * t$

$W_f$  = **1200.47 lb/ft**  $\approx$  17526.86 N/m

$W_s$  = Peso de masa de suelo reforzado.

$W_s$  = Peso unitario del suelo de relleno \*altura \*longitud de geomalla.

$W_s$  =  $\gamma_i * H * (L_s - 0.83)$

$W_s$  = **6140.40 lb/ft**  $\approx$  89649.84 N/m

$W_w$  = **7340.87 lb/ft**  $\approx$  107176.702 N/m

$$F_a = 0.5 * \gamma_r * K_{ar} * H^2$$

$F_a$  = Fuerza activa del suelo

$F_a$  = **1613.13 lb/ft**  $\approx$  23551.639 N/m

$$F_h = F_a * \text{Cos}(\varphi_{wr})$$

$F_h$  = Fuerza activa del suelo horizontal

$F_h$  = **1534.17 lb/ft**  $\approx$  22398.939 N/m

$$F_v = F_a * \text{Sen}(\varphi_{wr})$$

$F_v$  = Fuerza activa del suelo vertical

$F_v$  = **498.48 lb/ft**  $\approx$  7277.857 N/m

$$V_t = W_w + F_v$$

$V_t$  = Fuerza vertical total

$V_t$  = **7839.36 lb/ft**  $\approx$  114454.588 N/m

$$F_r = V_t * \text{Tan}(\varphi_i)$$

$F_r$  = Fuerzas resistentes

$$F_r = 4526.05 \text{ lb/ft} \approx 66080.387 \text{ N/m}$$

F.S. Deslizamiento:  $\frac{F_r}{F_h} = \frac{4526.05 \text{ lb/ft}}{1534.17 \text{ lb/ft}} = 2.95 \geq 1.5$

**Criterio de volcamiento:**

$$\text{F.S. Volcamiento} = \frac{\sum \text{Momentos que resisten la volcadura}}{\sum \text{Momentos que causan la volcadura}} \geq 2$$

$$\begin{aligned} \sum M_r &= W_f [0.5 * t + 0.5 * H * \text{Tan}(90 - \beta)] \\ &+ W_s [0.5 * (L_t - t) + t + 0.5 * H * \text{Tan}(90 - \beta)] \\ &+ F_v [L_t + 0.333 * H * \text{Tan}(90 - \beta)] \end{aligned}$$

$\sum M_r$  = Momentos en vertical.

$$\sum M_r = 1796.83 \text{ ft.lb/ft} + 28011.09 \text{ ft.lb/ft} + 3391.60 \text{ ft.lb/ft}$$

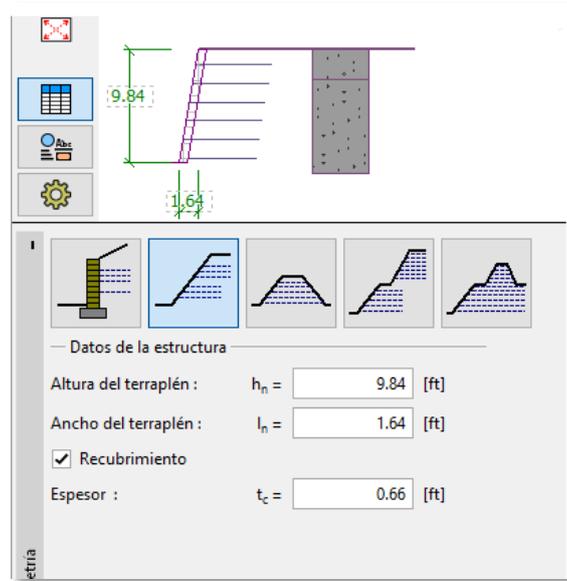
$$\sum M_r = 33199.52 \text{ ft.lb/ft} \approx 147737.85 \text{ N/m}^2$$

$$\sum M_o = F_h * 0.333 * H$$

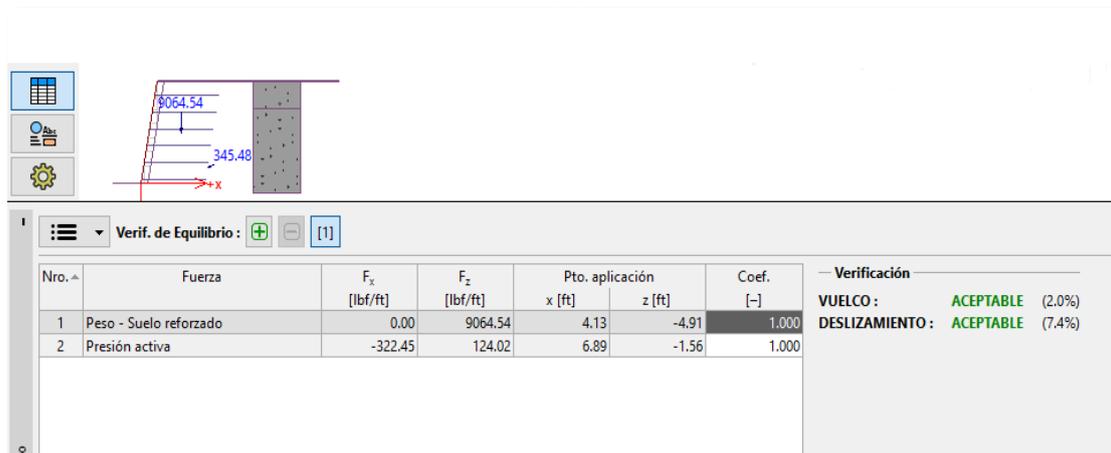
$\sum M_o$  = Momentos en horizontal.

$$\sum M_r = 4863.58 \text{ ft.lb/ft} \approx 21642.92 \text{ N/m}^2$$

F.S. Volcamiento:  $\frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{33199.52 \text{ ft.lb/ft}}{4863.58 \text{ ft.lb/ft}} = 6.83 \geq 2.0$



(a)



(b)

Figura 30. Modelamiento de diseño (a) y verificación frente al vuelco y deslizamiento (b)

En síntesis, la Figura 30 denominada modelamiento de diseño y verificación frente al vuelco y deslizamiento, muestra la confirmación frente a los factores de seguridad frente a un posible volcamiento y un posible deslizamiento, la cual, fue considerado según el programa GE05 2021 como aceptable, según datos incorporados del suelo. Por ello, se respondió el factor de seguridad equivalente a 2.95 y el factor del volcamiento equivalente a 6.83 respondiendo ser mayores a 1.5 y 2.0 respectivamente, según el R.N.E.

## **Prueba de hipótesis**

De forma descriptiva se presentó la prueba de hipótesis para resolver la probabilidad asociada respecto a la hipótesis nula ( $H_0$ ), la cual, refiere a las diferencias desertadas de la investigación, además quien la contradiga será denominada hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual, se pretende alcanzar en el presente informe denominado “Aplicabilidad de muros de contención en cimentaciones inestables mediante la técnica del concreto prefabricado en Ate-Lima”.

**Hipótesis General:** Los muros de contención mediante la técnica del concreto prefabricado son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

**$H_0$ :** Los muros de contención mediante la técnica del concreto prefabricado no son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

**$H_a$ :** Es efectiva el uso de la técnica del concreto prefabricado para muros de contención en cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

Al concluir el informe de investigación, se dio respuesta al objetivo general sobre determinar la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima. En ese sentido, se mostró la necesidad representada en el uso de las pircas de piedras, además se descartó un suelo orgánico que imposibilitaría la aplicabilidad y por último con los ensayos del suelo tomado, se realizó el diseño mostrando la efectividad frente a un deslizamiento y volcadura. Por tal, quedó demostrado que es efectiva el uso de la técnica del concreto prefabricado para muros de contención en cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima.

**Hipótesis Especifica 1:** Las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima son por cimentaciones de pircas autoconstruidas.

**Ho:** Las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima no son por las cimentaciones de pircas autoconstruidas.

**Ha:** Las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima es por la elección de cimentaciones de pircas autoconstruidas.

Además, se dio respuesta al objetivo de conocer las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima. Por ello, se describió 20 viviendas con cimentación inestable de pircas, las cuales, fueron observadas. Donde el 75% de las viviendas no tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas (se desprenden), el 65% de las viviendas mostraron que las piedras de las pircas no están superpuestas ordenadamente, también fueron 12 viviendas (60%) que no mostraron una dimensión promedio de piedras en las pircas, además la cimentación de pirca de piedras sostiene en su gran mayoría viviendas de madera, la cual, se reflejó en el 80 % de la muestra. Y por último, se concluyó que 12 viviendas equivalentes al 60 %, se caracterizaron por contar con pircas de altura inferior a 3m. En ese sentido, se demostró que las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima es por la elección de cimentaciones de pircas autoconstruidas.

**Hipótesis Especifica 2:** Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no están caracterizadas por tener un suelo orgánico.

**Ho:** Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico.

**Ha:** Las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no tienen la descripción de poseer un suelo orgánico.

En respuesta a corroborar que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico se comprobó que el suelo fue denominado como Arena mal graduada y su porcentaje de humedad no corresponde a uno orgánico. Por tal, se valida que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate no tienen la descripción de poseer un suelo orgánico.

**Hipótesis Específica 3:** El diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado cumplen los factores de seguridad.

**Ho:** Los factores de seguridad infieren en el diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado.

**Ha:** Los factores de seguridad confirman su eficiencia en el diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado.

Además, en respuesta a demostrar el cumplimiento de los factores de seguridad en el diseño de muro de contención con la técnica del concreto prefabricado, se realizó la operación mostrando que el factor de seguridad frente a un desplazamiento es superior a 1.5 y frente a un volcamiento es superior a 2.0. Por tal, los factores de seguridad confirman su eficiencia en el diseño de muros de contención utilizando la técnica del concreto prefabricado.

## **V. DISCUSIÓN**

### **Discusión general 1**

Jara (2008) realizó una investigación en su tesis doctoral sobre la aplicabilidad de materiales para estructuras de retención de tierras, por ello, resolvió que las diferentes tipologías existentes sobre muros de contención genera una amplia posibilidad de elección de materiales compuestos, sin embargo, el muro con la técnica de tierra armada fue seleccionada, ya que, su aplicabilidad es óptima por el comportamiento entre la interacción que opera el suelo y las mallas de refuerzo, la cual, resuelve que este tipo de estructuras generen una máxima garantía. Por ello, el informe de investigación coincide en que las estructuras de muros de contención, mediante la técnica del concreto prefabricado son aplicables en las cimentaciones inestables de las viviendas del distrito de Ate-Lima, ya que, existe la necesidad reflejada en su autoconstrucción precaria, además las características del suelo son propicias para el uso de la técnica de concreto prefabricado de tierra armada (geomallas) y el diseño garantiza los factores frente al deslizamiento y volcamiento.

### **Discusión específica 1**

Zanelli (2019) en su investigación sobre la evaluación de cimentaciones de pircas ubicadas en laderas de Carabayllo, las calificó como inestables y precarias. Su trabajo tuvo como conclusión que las viviendas con cimentación de pircas se encuentran muy vulnerables frente a un movimiento telúrico, ya que, remontó el acontecimiento del sismo en Pisco (2007), donde viviendas con base de pircas se desplomaron. Por ello, el informe coincide que las viviendas de pircas son muy vulnerables, pues la descripción de 20 viviendas de cimentación de pircas del distrito de Ate-Huaycán, mostró que las características de sus cimentaciones son precarias estructuralmente debido a que el 75% de las viviendas de pircas observadas se caracterizaron por el fácil desprendimiento. En ese sentido, podrían verse muy afectadas en respuesta a un movimiento telúrico desplomándose por falta del uso de nuevas técnicas de construcción.

## **Discusión específica 2**

Sánchez (2019) en su investigación sobre realizar una base de datos informática, que involucre parámetros geotécnicos de la inestabilidad de suelos frente a deslizamientos, justificándose en contextualizar la problemática de diferentes zonas ubicadas en laderas. Su investigación concluyó en que la presencia del suelo orgánico influye principalmente en el porcentaje de humedad que lo contiene. Por tanto, recomendó que el ensayo de Límite líquido se ejecute en condiciones de secado para evitar variaciones o valores inciertos frente a una gran problemática. En ese sentido, el informe coincide en la importancia de descartar un suelo orgánico ante una construcción, por ello, el informe mostró un resultado de 2.4 % de contenido de humedad, la cual, es trabajable y según S.U.C.S., la clasificó como Arena mal graduada (SP). Por ello, frente al uso de una nueva técnica de construcción la característica del suelo resulta muy importante para una óptima aplicación.

## **Discusión específica 3**

Lucero, Pachacama y Rodríguez (2012) en su investigación sobre la elaboración de un manual simplificado de diseño y análisis del revestimiento y muros de contención como guía concluyó en que el muro de tierra armada, actúa como una gran estructura de contención de gravedad, ya que, su comportamiento es directamente por la influencia del comportamiento que realiza las tiras de refuerzo y el suelo, por ello, este tipo de diseños estructurales de composición de materiales hacen que sean altamente óptimos. Por tal, el informe de investigación coincide en la influencia óptima que ejecuta la interacción de compuestos de materiales como la geomalla, el suelo y el prefabricado como conjunto estructural trabajado en seco, la cual, se verá planteado en el alcance de los factores de seguridad del muro de contención de concreto prefabricado aplicado para la zonificación de Ate.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión general**

Se determinó la aplicabilidad respecto al uso de concreto prefabricado en muros de contención para viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate-Lima, ya que, se conoció la necesidad representada en la autoconstrucción de las viviendas estudiadas (pircas), la cual, las características propias del terreno ubicada en laderas requieren ser atendidas. Además, el uso del concreto prefabricado en cimentaciones inestables descartó una calidad del suelo desfavorable, por ello, favorece su aplicabilidad. En ese sentido, el diseño de la técnica del concreto prefabricado con el uso de geomallas, también resolvió aplicabilidad frente a un deslizamiento y volcadura estructural.

### **Conclusión específica 1**

Se conoció las características de las cimentaciones inestables en las viviendas del distrito de Ate-Lima, resolviendo que están en una situación de alta vulnerabilidad sísmica, ya que, existe una gran demanda en la elección de viviendas con cimentación de pircas de piedras, debido a la condición geográfica, socioeconómica y la autoconstrucción. En ese sentido, fueron observadas 20 viviendas con una cimentación precaria de pircas mostrando que el 75% de las viviendas observadas no tienen bien sujetas la unión de las piedras de pircas (se desprenden), además solo el 65% de las viviendas mostraron que las piedras de las pircas no están superpuestas ordenadamente, también se concluyó de la muestra, que fueron 12 viviendas (60%) que no mostraron una dimensión promedio de piedras en las pircas. Del mismo modo se concluyó que la cimentación de pirca de piedras sostiene en su gran mayoría viviendas de madera, la cual, se reflejó en el 80 % de la muestra. Y por último, se concluyó que 12 viviendas equivalentes al 60 %, se caracterizaron por contar con pircas de altura inferior a 3m.

## **Conclusión específica 2**

Se resolvió en corroborar que las viviendas con cimentación inestable del distrito de Ate están caracterizadas por tener un suelo orgánico. Por ello, se realizó la toma de muestra de una calicata de 1mx1m de profundidad de 3m, en la zona de estudio Huaycán-Ate. En ese sentido, la muestra de 80 kg fue llevada al laboratorio designado donde se realizó el ensayo de análisis granulométrico, la cual, resolvió clasificándola como un suelo denominado SP Arena mal graduada, además el contenido de humedad resolvió no ser significativa por tener 2.4%.

## **Conclusión específica 3**

Se demostró el cumplimiento de los factores de seguridad en el diseño de muro de contención con la técnica del concreto prefabricado. Por ello, la técnica del uso del concreto prefabricado resolvió la aplicabilidad en el tipo de muro de tierra forzada, ya que, el factor de seguridad en respuesta a un eventual deslizamiento marcó resistencia óptima de un 2.95, siendo como mínimo según el R.N.E. de 1.5, además en respuesta fren a un eventual volcamiento, la estructura marcó 6.83, siendo como mínimo según el R.N.E. de 2.0.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "APLICABILIDAD DE MUROS DE CONTENCIÓN EN CIMENTACIONES INESTABLES MEDIANTE LA TÉCNICA DEL CONCRETO PREFABRICADO EN ATE-LIMA.", cuyo autor es ORTEGA COTRINA ANGELA VANESSA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 26 de Julio del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO <b>DNI:</b> 08185308 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8625-3989	Firmado electrónicamente por: GAYBARA el 06-08- 2021 16:50:58

Código documento Trilce: TRI - 0153332