



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Sistemas de reforzamiento para la estabilidad de muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H. San Genaro, Chorrillos, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Da Costa Cárdenas, Jhoan Piter (ORCID: 0000-0003-3230-5645)

**ASESOR:**

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño sísmico y estructural**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

En primer lugar quiero dedicar el presente trabajo de investigación a Dios, porque sin él nada hubiese sido posible.

A mi familia, Grecia y Eduardo, quienes nunca dejaron de creer en mí, incluso en los momentos más complicados de mi vida.

A mi hermano mayor Jhonathan, con el que viví los primeros años de mi vida.

### **Agradecimiento**

Mi agradecimiento en primera instancia es para mis padres Eduardo y Lila, por el apoyo incondicional durante el proceso de mi formación personal y de quienes aprendí que sin esfuerzo y sacrificio no hay éxito.

A mi asesor el Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida, por su aporte en el asesoramiento de mi formación profesional.

## Índice de contenidos

Carátula.....	1
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. MARCO TEÓRICO .....	13
III. METODOLOGÍA.....	45
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	46
3.1.1. Tipo de investigación .....	46
3.1.2. Nivel de investigación .....	46
3.2. Diseño de investigación .....	46
3.3. Variables y operacionalización.....	47
3.4. Población, muestra y muestreo.....	48
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.5.1. Técnicas .....	49
3.5.2. Instrumentos .....	49
3.6. Procedimientos .....	51
3.7. Método de análisis .....	52
3.8. Aspectos éticos .....	52
IV. RESULTADOS .....	53
V. DISCUSIÓN .....	85
VI. CONCLUSIONES.....	88
VII. RECOMENDACIONES .....	90
Referencias .....	92

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Cuadro comparativo de las platinas de fibra de carbono y otros materiales de refuerzo. ....	24
<b>Tabla 2</b> Parámetros sísmicos.....	40
<b>Tabla 3</b> Sistemas de reforzamiento .....	48
<b>Tabla 4</b> Fichas técnicas .....	50
<b>Tabla 5</b> Formato de juicio de expertos.....	50
<b>Tabla 6</b> Resumen de las propuestas en base al Factor de seguridad al volteo ...	80
<b>Tabla 7</b> Resumen de las propuestas en base al Factor de seguridad al deslizamiento .....	81
<b>Tabla 8</b> Desplazamiento del muro pirca sin refuerzo .....	82
<b>Tabla 9</b> Comparación de fuerzas cortantes .....	83

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b>	Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono. ...	21
<b>Figura 2</b>	Modelos a reforzar de una vivienda.....	21
<b>Figura 3</b>	Reforzamiento de muros con láminas de fibra de carbono. ....	23
<b>Figura 4</b>	Acondicionamiento de láminas de fibra de carbono .....	25
<b>Figura 5</b>	Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono ...	28
<b>Figura 6</b>	Muro de albañilería armada.....	30
<b>Figura 7</b>	Muro de albañilería confinada .....	31
<b>Figura 8</b>	Volcamiento y deslizamiento horizontal.....	35
<b>Figura 9</b>	Deslizamiento profundo.....	36
<b>Figura 10</b>	Rotura por esfuerzos cortantes .....	36
<b>Figura 11</b>	Muro de gravedad. ....	37
<b>Figura 12</b>	Teoría de Coulomb.....	37
<b>Figura 13</b>	Teoría de Rankine .....	38
<b>Figura 14</b>	Teoría Mononobe- Okabe .....	39
<b>Figura 15</b>	Mapa de intensidades sísmicas E.030. ....	40
<b>Figura 16</b>	Muro tipo pirca.....	42
<b>Figura 17</b>	Especificaciones técnicas del elemento de refuerzo .....	43
<b>Figura 18</b>	Especificaciones técnicas del elemento de refuerzo PRODAC .....	44
<b>Figura 19</b>	Bloque rectangular (izquierda) y tipo cuña (derecha) .....	74
<b>Figura 20</b>	Sistema DSRW vs Pirca.....	75
<b>Figura 21</b>	Modelamiento con el software SAP 2000.....	76
<b>Figura 22</b>	Desplazamiento lateral de muro pirca sin refuerzo.....	77
<b>Figura 23</b>	Desplazamiento lateral de muro pirca con refuerzo malla electrosoldada .....	77
<b>Figura 24</b>	Desplazamiento lateral de muro pirca con refuerzo geomalla.....	78
<b>Figura 25</b>	Fuerza cortante muro con malla electrodoldada .....	78
<b>Figura 26</b>	Fuerza cortante muro pirca sin refuerzo.....	79
<b>Figura 27</b>	Fuerza cortante muro pirca con geomalla .....	79
<b>Figura 28</b>	Comparación de Factores al volteo .....	80
<b>Figura 29</b>	Comparación de Factores al deslizamiento.....	81
<b>Figura 30</b>	Comparación del desplazamiento .....	82
<b>Figura 31</b>	Comparación de fuerzas cortantes.....	83

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la estabilidad del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. La investigación es un trabajo tipo aplicativo, nivel explicativo con enfoque cuantitativo, y diseño cuasiexperimental, la población de estudio se encuentra conformada por los sistemas de reforzamiento para la estabilidad de muro tipo pirca que existen en el distrito de Chorrillos, la muestra es el muro tipo pirca del A. H San Genaro, en el distrito de Chorrillos y el muestreo es no probabilístico, por conveniencia, esto debido dicho muro es el más representativo de la zona donde se propone una solución de reforzamiento con geomalla y mallas electrosoldadas. Los procedimientos fueron el levantamiento de datos en campo del muro tipo pirca, estudios geotécnicos, predimensionamiento y diseño de las estacas ancladas para la colocación de los reforzamientos, predimensionamiento y diseño estructural del muro tipo pirca sin reforzamiento, Análisis estructural del muro tipo pirca con el sistema de reforzamiento de geomallas, Análisis estructural del muro tipo pirca con el sistema de reforzamiento con mallas electrosoldadas y terminamos con la verificación y evaluación de los resultados. Finalmente, se concluye que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad al volteo con un valor de 2.02 en comparación del muro sin reforzar que obtuvo un valor de 1.79 para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas.

**Palabras clave:** Muro tipo pirca, malla electrosoldada, geomalla, estabilidad de muro, reforzamiento de muro.

## **Abstract**

The objective of this research work was to determine to what extent the reinforcement systems influence the stability of the pirca-type wall in self-built houses, AH San Genaro, Chorrillos, 2021. The research is an application-type work, explanatory level with a quantitative approach, and quasi-experimental design, the study population is made up of the reinforcement systems for the stability of the pirca-type wall that exist in the district of Chorrillos, the sample is the pirca-type wall of A. H San Genaro, in the district of Chorrillos and the sampling is non-probabilistic, for convenience. This is due to the fact that said wall is the most representative of the area where a reinforcement solution with geogrid and electrowelded meshes is proposed. The procedures were the gathering of data in the field of the stone wall, geotechnical studies, predimensioning and design of the anchored stakes for the placement of the reinforcements, predimensioning and structural design of the stone wall without reinforcement, Structural analysis of the stone wall with the Geogrids reinforcement system, Structural analysis of the pirca-type wall with the reinforcement system with electrowelded meshes and we finished with the verification and evaluation of the results. Finally, it is concluded that the results are favorable and that the reinforcement system with electrowelded mesh positively influences the safety factor when turning with a value of 2.02 compared to the unreinforced wall, which obtained a value of 1.79 for the pirca-type wall in self-built houses.

**Keywords:** Pirca-type wall, electrowelded mesh, geogrid, wall stability, wall reinforcement.

## **I. INTRODUCCIÓN**

**La realidad problemática:** está definida por la expansión no planificada con respecto al crecimiento poblacional del mundo, debido a los grandes cambios demográficos en los últimos años y a la migración rural a las ciudades capitales de los países principalmente emergentes. Según Ballón y Echenique (2017), en el Perú, el crecimiento poblacional y económico ha generado la necesidad de construir viviendas autoconstruidas en zonas de alto riesgo, tales como laderas de ríos y faldas de cerros (p.11). Según Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (2007), indica que en las laderas con pendientes comprendidas entre los 20° a 30°, donde además se han realizado cortes rellenos del terreno con terraplenes artesanales y pircas de piedra superpuestas, se consideran áreas propensas a la ocurrencia de derrumbes por inducción sísmica. Estas construcciones en su gran mayoría son ejecutadas sin normas técnicas e incumpliendo con el RNE (Reglamento nacional de edificaciones), y usan como cimentaciones muros tipo pirca que contienen un módulo de vivienda de bajo peso cuya construcción es simple y provisional (p. 8). Según Zanelli (2019), Los muros de piedra son muros inestables compuestos por bloques de roca que contienen rellenos, y en la mayoría de los casos, no hay adhesivo entre los bloques, también pueden alcanzar una altura de cuatro metros. Del mismo modo, también se denominan muros de contención de juntas secas DSRW en el mundo), y se definen como un tipo especial de muro de contención de juntas secas. En la actualidad existen diversos materiales que son utilizados como sistemas de reforzamiento para la estabilización mecánica de los muros de contención (p. 2). Según Cartes (2016, p. 1), “La definición de muro estabilizado mecánicamente es un sistema generalmente compuesto por materiales de relleno granulares compactados utilizados en capas con propiedades geotécnicas adecuadas, y refuerzos estructurales (expandibles o no expandibles) ubicados entre estas capas. Como bloque rígido, puede controlar la deformación de la pared”. En el Perú los muros tipo pircas en las viviendas autoconstruidas no cuentan con ningún tipo de refuerzo y muchas veces han ocasionado accidentes y hasta pérdidas de vida, por los argumentos anteriormente indicados es necesario evaluar la estabilidad de muros tipo pirca en viviendas autoconstruidas en laderas.

Por tal motivo en la investigación detallada se puede formular como Problema general: PG: ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la estabilidad del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A. H. San Genaro, Chorrillos, ¿2021? Asimismo, se tiene los Problemas específicos: Problema específico 1: ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el factor de seguridad al volteo del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A. H. San Genaro, Chorrillos, ¿2021? Problema específico 2: ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el factor de seguridad de deslizamiento del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A? H San Genaro, Chorrillos, ¿2021? Problema específico 3: ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el desplazamiento lateral del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A. H. San Genaro, Chorrillos, ¿2021? Problema específico 4: ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la resistencia al corte del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A. H, San Genaro, Chorrillos, 2021?

La justificación práctica: La presente investigación servirá para determinar cuál de los sistemas de reforzamiento aplicados a los muros tipo pirca generará mayor estabilidad en dichas estructuras. Justificación social: El presente trabajo de investigación permitirá mejorar la seguridad de las edificaciones autoconstruidas en laderas evitando de esta manera accidentes de con pérdidas de vidas y de daños materiales. Beneficiando de esta manera a toda la población que utiliza este sistema de construcción que en el caso de la presente investigación representa a la población de 1000 familias del asentamiento humano San Genaro, ubicado en el distrito de Chorrillos de la ciudad de Lima.

Objetivo general: Determinar en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la estabilidad del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Y los Objetivos específicos: Objetivo específico 1: Calcular en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el factor de seguridad al volteo del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Objetivo específico 2: Determinar en qué medida los

sistemas de reforzamiento influyen en el factor de seguridad de deslizamiento del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Objetivo específico 3: Determinar en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el desplazamiento lateral del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Objetivo específico 4: Determinar en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la resistencia al corte del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.

La Hipótesis General: El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en la estabilidad del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Y las Hipótesis específicos: Hipótesis específico 1: El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad al volteo del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Hipótesis específico 2: El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad de deslizamiento del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Hipótesis específico 3: El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el desplazamiento lateral del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021. Hipótesis específico 4: El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en la resistencia al corte del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Como **antecedentes internacionales** tenemos:

**Solis, Torrealva, Santillán, y Montoya (2015)** en su artículo científico titulado: “Análisis del comportamiento a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas”. Llegaron a la siguiente conclusión: El suelo original es el material de construcción más importante en muchas partes de la tierra. Dado que la mayoría de estas áreas están en riesgo de terremotos, es necesario desarrollar tecnologías de refuerzo efectivas y adecuadas desde un punto de vista técnico y socioeconómico. Este artículo analiza el comportamiento a la flexión del muro de adobe reforzado con geomalla desde el punto de vista de la experimentación y el análisis. La ley de momento de flexión-curvatura del muro de ensayo se aproxima mediante una serie de modelos de análisis que permiten analizar el comportamiento de los compuestos de geomalla. Los resultados obtenidos muestran cómo la geomalla puede mejorar el desempeño de la mampostería de adobe en términos de resistencia y ductilidad, mejorando así su desempeño ante movimientos sísmicos.

Mesa Mazo (2018) en su tesis de pregrado titulado: “*Revisión de literatura sobre el comportamiento sísmico de la malla electrosoldada como refuerzo principal en muros estructurales delgados de concreto reforzado*”. En los últimos años, en los países de América Latina, se ha incrementado el sistema estructural de edificios con muros de hormigón. Junto con la política del gobierno de concentrarse en aumentar la construcción de viviendas de bajo costo, el uso de este sistema estructural se ha utilizado ampliamente. El espesor de la pared de la mayoría de los edificios construidos con el sistema anterior varía entre 80 mm y 150 mm, y suele estar reforzado con una capa de malla soldada. El comportamiento sísmico de este tipo de estructura depende de la carga axial, el número de armaduras y los detalles de los elementos de borde. Según la literatura, la característica de este sistema de muro de hormigón vertido de paredes delgadas es proporcionar algunas condiciones que pueden limitar significativamente la deformabilidad del edificio. Finalmente, concluye que, para áreas de riesgo sísmico moderado, el uso de malla de alambre soldado solo está permitido para edificios con un máximo de tres pisos o solo cuando los últimos tres pisos tienen más pisos. El espesor mínimo del muro estructural debe de ser de 250 mm de hormigón.

**Cartes (2016)**, en su tesis titulado *“Modelamiento numérico mediante elementos finitos de muros mecánicamente estabilizados con refuerzo inextensible”*.

El cual tiene como El objetivo general es desarrollar un método de modelado de elementos finitos para muros estabilizados mecánicamente con barras de acero no expandibles con el fin de expresar el comportamiento de este tipo de estructuras de una manera simple y clara. El programa utilizado por el autor es PLAXIS V8.2 y GTS-NX V1.1, establecido en formato 2D, asumiendo un estado de deformación plana, la altura de modelado del muro es de 9 metros, y la barra de acero no es extensible, y se desarrolla a través de métodos estructurales. Hay 37 etapas en estos dos procedimientos. En el programa PLAXIS V8.2, el área del suelo se modela con elementos triangulares de 6 nodos a través de la ley constitutiva lineal elástica plástica completa con el criterio de falla de Mohr-Coulomb. En el programa GTS-NX, se utiliza un elemento triangular de tres nodos para modelar el área del suelo. El propósito de los dos modelos es determinar si la rigidez a cortante de la interfaz es igual para producir resultados similares. Los resultados del límite de desplazamiento horizontal se observan en el área enterrada, pero los dos modelos de deformación lateral continúan aumentando hasta 6 metros. En altura, ambos modelos alcanzaron un máximo de unos 1,28 cm, y en el modelo GTS-NX, en comparación con el modelo PLAXIS, la caída observada fue más pronunciada, cerca del resto de la pared. De manera similar, el autor usa un programa basado en elementos finitos GTS-NX para usar elementos continuos en la interfaz del piso en un rango de rigidez de corte limitado (dentro del rango de aproximadamente 1 MPa) para modelar y sensibilizar los parámetros en el análisis de la pared de Minnow Creek. /Metro). En cuanto a la rigidez de la barra de acero, la barra de acero se utiliza como modelo básico para el modelado, y su módulo de elasticidad es  $E = 210 \text{ GPa}$ . Sin embargo, en los resultados, el módulo de elasticidad se reduce para poder representar las diferentes resistencias de los materiales de refuerzo geosintéticos. Partiendo del módulo de elasticidad de 21 GPa y el tercer módulo de 2,1 GPa, para diferentes tipos de barras de acero, en el modelo con módulo de elasticidad  $E = 21 \text{ GPa}$ , el desplazamiento lateral máximo es de 70 mm, se ha verificado que el desplazamiento lateral máximo con respecto a la barra de acero

es del 35%. Para los modelos fabricados con una rigidez menor  $E = 2,1 \text{ Gpa}$ , y un refuerzo más rígido, el aumento del desplazamiento lateral se incrementa de forma más estricta, hasta un máximo de 270 mm. En el parámetro de rigidez de la barra de acero, el autor concluyó que, en el parámetro de rigidez de la barra de acero, cuando se cambia la rigidez de la barra de acero, el estado de carga de la barra de acero mostrará cambios obvios. La deformación horizontal está directamente relacionada con el valor de rigidez de las barras de acero, y el uso de barras de acero menos rígidas aumentará la carga vertical en el panel del muro externo, es decir, el autor cree que en el modelado del muro se utiliza características geométricas, el uso de barras de refuerzo no expandibles El sistema de barras de acero es más seguro que otras barras de refuerzo existentes.

**C. Torres Gilles; N. Jorquera Silva. (2018).** Técnicas de refuerzo sísmico para la recuperación estructural del patrimonio arquitectónico chileno construido en adobe. *Informes de la Construcción*, 70(550): e252. <https://doi.org/10.3989/ic.16.128>

El artículo Tiene como objetivo dar cuenta de los tipos de reforzamientos estructurales de mejora del desempeño sísmico de las albañilerías de adobe utilizadas en los proyectos de restauración y reconstrucción en Chile, debido al terremoto de magnitud de  $M_w 8.8$  ocurrido en Febrero del 2010 en la parte central de Chile. La metodología se realizó a través de caracterización tipológica y en los resultados con respecto al reforzamiento estructural con malla electrosoldada los autores indican que el uso del reforzamiento de mallas metálicas electrosoldadas (cuadrícula de  $10 \times 10 \text{ cm}$ ,  $e=4,2 \text{ mm}$ ) se realiza principalmente para contribuir en la resistencia a las tracciones producidas por empujes horizontales perpendiculares al plano del muro y se colocan continuamente cubriendo los paramentos por ambas caras, la perforación de las estructuras se realiza con equipo taladro y brocas especiales, se debe perforar más de 60 cm, introduciendo en ellos barras de acero que se doblan en los extremos para conectarse a la malla logrando, su amarre. Concluyeron principalmente que existen diversas técnicas de intervención que responden al diseño y por otra parte a la ausencia de normas técnicas aplicadas por especialistas para proyectos de obra nueva.

Como **antecedentes nacionales** tenemos:

**Cóndor E. y Molina G. (2019)** en su tesis titulada *“Reforzamiento estructural de muros de adobe y la aplicación de la geomalla biaxial en la edificación cultural hotel Comercio “El Cordano” patrimonio cultural Lima-Perú”*.

Tuvieron como objetivo general determinar si el reforzamiento estructural y la aplicación de la geomalla biaxial influye en el comportamiento estructural de los muros de adobe, en la metodología realizaron el procedimiento en dos etapas, la primera fue la descripción de la estructura y la segunda fue el modelamiento de la estructura mediante el programa ETABS versión 2017. En los resultados en cuanto al esfuerzo al corte en el análisis sísmico se obtuvo que en el SISMO en “X”: sin reforzamiento = 3.32 Kg/cm<sup>2</sup>, con geomalla biaxial = 0.36 kg/cm<sup>2</sup> y con malla electrosoldada = 1.41 Kg/cm<sup>2</sup>, en el SISMO en “Y”: sin reforzamiento = 3.23 Kg/cm<sup>2</sup>, con geomalla biaxial = 0.38 kg/cm<sup>2</sup> y con malla electrosoldada = 1.43 Kg/cm<sup>2</sup>, los autores concluyen que el resultado al esfuerzo al corte con la geomalla biaxial en comparación a la resistencia última estipulada en la norma E0.80, es mayor, por lo que confirma que el reforzamiento en esta estructura con geomalla sirve para controlar la resistencia al corte incrementando la ductilidad de la estructura y conservando la capacidad de deformación en el rango elástico, que ocasione una falla frágil.

**Mamani (2015)**, en su investigación titulada *“Comportamiento mecánico de muros de albañilería tubular confinada reforzados con malla electrosoldada ante cargas sísmicas y gravitacionales”*.

El propósito es estudiar las propiedades mecánicas de un muro de mampostería tubular cerrado reforzado con malla soldada bajo la acción del terremoto y la gravedad. Este estudio es experimental. La muestra consta de dos muros de tamaño natural (MR-01 y MR-02), reforzados con malla de acero soldada de  $\varnothing 6\text{mm}$ , que pueden alcanzar 150 mm x 150 mm y cumplen con la norma ASTM A496 / A 496M-05a ". Especificación para alambre corrugado utilizado como refuerzo en concreto "y ASTM A497 / A 497M-05a" Especificación para la fabricación de malla de alambre corrugado soldada como refuerzo en concreto ",

en términos de sus propiedades mecánicas, límite de fluencia Es de 5000 kgf / cm<sup>2</sup>, la resistencia a la rotura es de 5600 kgf / cm<sup>2</sup>, el tamaño es de 2,40 mx 6,00 m, el diámetro es de 6 mm y el peso es de 2,96 Kgf / m<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos en la prueba de carga periódica mediante el uso de un actuador dinámico estructural con una capacidad de 50 toneladas, por ejemplo, en la primera etapa del muro MR-01, su desplazamiento lateral es de 1 mm, y en la segunda etapa, el muro es elástica Se produjo un desplazamiento lateral de 2.5 mm En esta etapa, apareció la primera fisura con un tamaño de aproximadamente 0.05 mm bajo una fuerza de 17 tnf. En la tercera etapa se obtuvo un desplazamiento lateral de 5 mm, en esta etapa el muro continuo presenta grietas en la parte inferior del muro, apareciendo incluso grietas diagonales.

**Jiménez R. y Mantilla M. (2020)**, en su tesis titulada *“Reforzamiento del muro de pirca aplicando mallas electrosoldadas en el AA. HH las Animas - Puente Piedra 2020”*.

Tuvieron como objetivo general Determinar como el reforzamiento del muro de pirca mejora con la aplicación de las mallas electrosoldadas en el AA. HH las animas, Puente Piedra, 2020. La investigación fue de tipo experimental y la población fueron las viviendas autoconstruidas sobre cimientos de pircas en el AA. Las Ánimas –Puente Piedra. Asimismo la muestra fue la observación de 20 viviendas autoconstruidas de la zona, los resultados se realizó el ensayo a dos muretes de pirca para determinar la resistencia al corte, el ensayo con la malla electrosoldada obtuvo como resultado en el murete N°01 una resistencia promedio al corte de 7.448 Kg/cm<sup>2</sup> y en el murete N°02 una resistencia promedio al corte de 7.952 Kg/cm<sup>2</sup>, los investigadores concluyeron que al reforzar el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas se obtienen resultados positivos mejorando la resistencia y la rigidez del muro.

**San Bartolomé, A. y Quiun, D. (2015)** en su artículo científico titulado: *“Diseño de mallas electrosoldadas para el reforzamiento sísmico de viviendas de adobe típicas del Perú”*. Llegaron a la siguiente conclusión:

Se trata de proponer una teoría simple que permita el diseño estructural para refuerzo sísmico de casas típicas de adobe en Perú y los países andinos. El refuerzo implica agregar malla de alambre soldada a las paredes de adobe de la casa para que simulen vigas y columnas de contención. Este tipo de refuerzo se aplicó a viviendas existentes en Perú y posteriormente a otros países andinos en 1998. Las casas de adobe reforzado ubicadas en las áreas del Perú afectadas por el terremoto en 2001 y 2007 tienen un buen desempeño estructural y las casas circundantes han sido seriamente dañadas. Este trabajo muestra cómo utilizar rejillas dispuestas en esquinas y rejillas verticales para resistir fuerzas sísmicas transversales al plano de la pared. Se utilizó el modelo de cálculo de elementos finitos para verificar el cálculo manual de la fuerza, y se logró una coincidencia cercana.

### **Reforzamiento estructural**

Como lo especifica la Guía Técnica para Reducir el Riesgo de Viviendas en Laderas (2018) estas actividades se refieren:

El propósito de fortalecer los elementos estructurales del edificio es poder soportar el edificio del aumento de la carga y el rendimiento del edificio, y se reforzará cuando el diseño del edificio sea deficiente o el proceso de construcción se realice deficiente. El personal asignado a realizar. Los métodos utilizados para el refuerzo pueden resultar en cambios en la robustez, ductilidad y estabilidad de la casa, y estos métodos deben ser considerados al modificar la carga que afecta la estructura.

Según Perú construye (2014) se entiende que:

El diseño de mantenimiento, pero lo más importante es el diseño de refuerzo estructural, lo que significa que existe un alto conocimiento técnico de la información técnica del material y el análisis a realizar, pues en este caso estamos hablando de la Refuerzo de la estructura existente y el efecto que tendrá la herramienta en toda la estructura. (párr. 1).

Según Benavent (2010), el refuerzo estructural es un método de utilizar diversos recursos para reforzar una casa para evitar las consecuencias de desastres naturales o emergencias.

De acuerdo con el contenido anterior, el refuerzo estructural de las casas que han fallado debe aumentar su resistencia. Para ello, se agregarán muros de carga, se reforzarán vigas y se aumentará la ductilidad. Para ello, se reducirán los muertos. Además, combinando ductilidad y resistencia, fortaleceremos la cimentación, aumentaremos las paredes laterales de las columnas e intentaremos reducir la carga estática.

### **Sistema de reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono**

Ante la alta tasa de crecimiento de viviendas autoconstruidas en industrias populares que siguen el proceso constructivo sin la debida consulta técnica o siguiendo los parámetros determinados en el RNE, es necesario fortalecer la estructura de hormigón armado para que pueda permanecer estable antes de la construcción. El terremoto mueve y protege la vida de sus ocupantes. Es por ello que ha surgido una nueva tecnología de refuerzo estructural "polímero reforzado con fibra de carbono (polímero laminado reforzado con fibra de carbono-CFRP)", que se obtiene mediante calentamiento continuo a una temperatura elevada de hasta 1500°C, otro polímero denominado POLIACRILONITRILO. Este proceso produce cintas perfectamente alineadas de carbono casi puro, por eso se le llama "fibra de carbono".

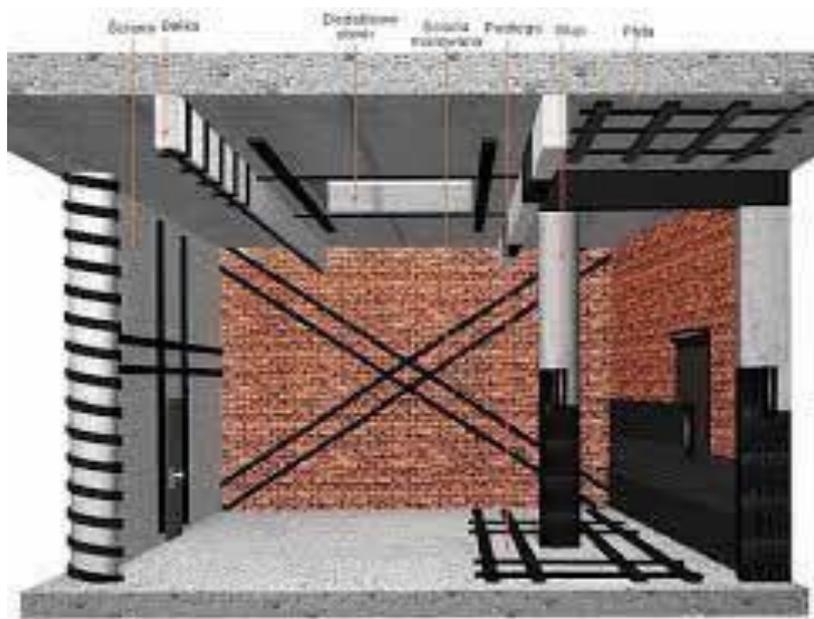
En nuestro medio, su aplicación es la más reciente, pero a nivel mundial, su aplicación en la industria aeroespacial y fabricación de productos livianos se remonta a más de 30 años, con alta resistencia a la tracción, que es la que tiene en el campo de la construcción Razones por múltiples ventajas.

**Figura 1** Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono.



Fuente: (Youtube, 2020)

**Figura 2** Modelos a reforzar de una vivienda



Fuente: (Youtube, 2020)

Debido a muchos factores, los sistemas de FRP se utilizan cada vez más en mi país: uno de ellos es que los sistemas de FRP tienen un costo competitivo y un buen rendimiento estructural en comparación con los métodos tradicionales de construcción de refuerzo de acero.

Para Pérez, Marco (2014) se evidencia que:

El uso de este componente se utiliza a menudo en forma de escamas de resina concentrada. Parece tener 0,03 m de espesor y 0,6 m de ancho. Hay presentaciones desde 100m hasta 500m, que se pueden ajustar según los requisitos del tipo de refuerzo. Para unificar los tableros de los elementos a reforzar se utiliza resina epoxi por ser un adhesivo de consistencia pastosa. (p. 53).

Por otro lado, Acies (2007), resalta:

El uso de materiales reforzados con fibra de carbono es un sistema basado en materiales de alta tecnología, en comparación con los métodos tradicionales, este sistema tiene muchas ventajas. La fibra de carbono es un polímero más resistente a la tensión que el acero y, al mismo tiempo, un material mucho más ligero. (p. 04)

Así mismo Gómez, M. y Sobrino, J. (1998), concluyen:

El uso de materiales compuestos como material adherido a la estructura del edificio de hormigón puede evitar la corrosión y, debido a la adherencia, la estructura no cambiará, por lo que es fácil de manejar e instalar. (p.9).

Nuevamente estamos de acuerdo con el autor, porque hoy se procesará en nuestro proyecto el uso de fibra de carbono como refuerzo estructural de la casa, que es una solución alternativa al típico método tradicional que se ha utilizado en el medio ambiente por muchos años, porque es un material. Siga sus respectivos estándares, fáciles de transportar y fáciles de instalar.

**Figura 3** Reforzamiento de muros con láminas de fibra de carbono.



Fuente: (Youtube, 2020)

### **Características del reforzamiento con láminas de fibra de carbono**

Según las características de Pérez, M. (2014, p.30), se caracteriza porque el tablero de fibra de carbono es un elemento muy consistente porque sus propiedades mecánicas son similares al acero. La composición de la fibra tiene un límite elástico más alto y una consistencia más baja que el acero.

Al mencionar el tema, Gómez M. y Sobrino, J. (2003) señalaron: Además de la resistencia a la corrosión, también se debe considerar sus excelentes propiedades mecánicas, y se deben brindar beneficios económicos en el proceso de mejoramiento, porque es muy comparado con otras obras clásicas Liviana (pág. 85).

Como señaló Salazar, M. (2014), la característica principal de este tipo de tableros de fibra es su alta resistencia eléctrica, e incluso tienen otras características.

**Tabla 1** Cuadro comparativo de las platinas de fibra de carbono y otros materiales de refuerzo.

	(GPa)	compresión (MPa)	tracción (MPa)	Kg/ m <sup>3</sup>
Hormigón	20 – 40	5 – 60	1 – 3	2400
Acero	200 - 210	240 – 690	240 – 690	7800
Fibra	de 200 - 280	-	2500 - 7500	1750 - 1950

**Fuente:** Elaboración propia

### **Importancia del reforzamiento con láminas de fibra de carbono**

Pérez, M. (2014, p. 25) afirmó: En su publicación "Aplicación avanzada de materiales compuestos en la ingeniería civil y la construcción", describió la definición de tejido de fibra de carbono para potenciar la vitalidad.

Desde este punto de vista, el refuerzo de tableros se ha convertido en una opción para diversas técnicas de refuerzo estructural. Las ventajas de los paneles existentes son muy diferentes a otros paneles, y debido a su peso ligero y fácil manejo, en comparación con el acero, tiene una mayor capacidad de carga y no está dispuesto a verse afectado por factores ambientales.

Con todo, podemos estar seguros de que el tiempo y la robustez de los materiales mencionados anteriormente se ahorran significativamente, lo que es una solución relativamente atractiva. Porque su uso traerá muchos beneficios a la vivienda de interés social.

### **Ventajas de las láminas de fibras de carbono**

Según el uso de Bueno, R. (2008, p. 32), las ventajas de utilizar tableros de fibra sintética para reforzar muros incluyen:

Tiene una excelente resistencia a los cambios de temperatura y aislamiento térmico. Es un material muy liviano, fácil de transportar e instalar, tiene propiedades similares al acero, y es más liviano que el plástico o la madera, tiene mayor resistencia a la corrosión y menores costos de mantenimiento. El valor mínimo aumenta el espesor. Se puede moldear en cualquier componente necesario para aumentar la resistencia y la alta flexibilidad.

**Figura 4** Acondicionamiento de láminas de fibra de carbono



Fuente: (Youtube, 2020)

### **Propiedades del material de fibras de carbono**

Como apunta Bueno, R. (2008, p. 34), entre los atributos más específicos e importantes tenemos:

Módulos elásticos:

$$E = (700 \text{ a } 2300) \text{ kg / cm}^2$$

Romper el estrés-tensión:

$F_u = (15-40) \text{ kg / cm}^2$  (10 veces el acero de  $f_y$  y 4200) deformación por falla:

$$\partial u = 0,016 \text{ mm / mm}$$

### **Tipos de materiales elaborados en base de fibras**

Pérez, M. (2014) indico que:

Cuando hablamos de esos materiales hechos de fibras, pensamos en la idea de una gran cantidad de elementos basados en la producción de fibras. Encuentre tres usos disponibles, a saber, fibras sueltas agregadas al hormigón, materiales a base de fibra de carbono y materiales prefabricados basados en ellos.

Según Parra .M (2005, p.28) se sabe que:

Se han utilizado fibras sueltas para aumentar la resistencia del hormigón, principalmente en hormigón de volumen modificado. Sin embargo, el uso de fibras de alta resistencia como refuerzo de cortante de la viga puede incluso obtener buenos resultados, como se muestra en los ensayos realizados.

Así mismo Parra, M. (2005) señalo que:

La forma de utilizar esta fibra se colocará durante el proceso de preparación del hormigón, lo que ayuda a disponer la fibra en todas las direcciones, lo que ayudará a aportar firmeza al elemento. El material que se puede utilizar puede ser una varilla de refuerzo, que se puede utilizar en lugar del acero tradicional o en forma de placa añadida a un elemento existente, para poder modificar o conferir estabilidad al elemento. Por ello, esta investigación propone materiales basados en

la fabricación de tejidos de fibras. La instalación de estos materiales es similar a la instalación de estos materiales compuestos y se puede utilizar para reforzar componentes frágiles. (p.28)

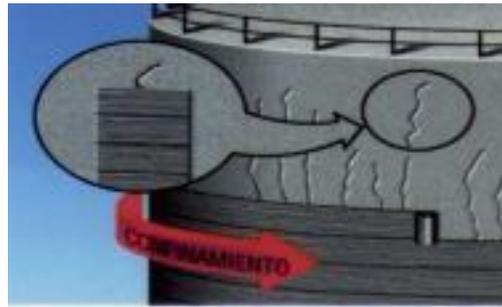
Nuevamente coincidimos con el punto de vista del autor, porque el sistema con tablero de fibra de carbono puede ser utilizado fundamentalmente como material de refuerzo, ya sea el plegado de vigas, losas, muros de carga, y adherencia externa a los elementos a ser reforzada, brindando así la propiedad de la casa estructurada, brindará estabilidad, y lo más importante, si ocurren terremotos o ciertos desastres naturales, brindará garantías a la familia dueña de la propiedad; por ser un sistema de fácil instalación, Nuestras recomendaciones de investigación se encuentran en las áreas clave de nuestro problema Implementar la recomendación.

### **Cómo funciona el sistema FRP.**

A la hora de asegurar una adecuada adherencia a la superficie de hormigón, el sistema puede funcionar con normalidad, se deben considerar las condiciones ambientales de la superficie a reforzar, ya que este puede ser un factor importante en el proceso de no considerar este proceso al momento de reforzar la estructura. Otros factores están:

- Resistencia a la tracción de la superficie de hormigón
- Capa adhesiva epoxi de espesor uniforme.
- La geometría del elemento a mejorar.
- Las condiciones ambientales en las que se aplicará esta fibra.

**Figura 5** Reforzamiento estructural especial con láminas de fibra de carbono



Fuente: (Youtube, 2020)

## **Elementos estructurales**

Según la definición del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano-Rural, MVCS (2014) son componentes que soportan cargas y acciones estructurales manteniendo la estabilidad. Es una parte importante de la estructura.

## **Cimentación**

El Ministerio de Vivienda, Edificación y Salud MVCS (2014) define la cimentación como el conjunto de elementos estructurales. Su función principal es recibir la carga del edificio y trasladarla a la cimentación. Esto es muy importante porque es un grupo responsable de sustentar la superestructura. elemento

## **Columnas**

Para el Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud MVCS (2014), la función de estos elementos estructurales es soportar cargas verticales además de su propio peso y fuerzas horizontales provocadas por sismos.

## **Muros**

Según la MVCS (2014) del Ministerio de Vivienda, Edificación y Salud, estos elementos pueden cumplir la función estructural o tabique, cuando cumplen la función estructural transmiten cargas verticales y pueden soportar la carga o tabique.

## **Vigas**

De acuerdo con la normativa del Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud MVCS (2014), considerando el eje longitudinal de la viga, estas estructuras pueden soportar cargas laterales. Además de recibir la carga de la losa y transmitir la carga, también tienen la función del trabajo de plegado. A los pilares y muros de carga, sus soportes están en los extremos.

## **Losas**

Según lo define el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) es: Es este elemento el que forma parte de la estructura y su función es trasladar la carga del nivel superior a los muros y vigas para que puedan funcionar en su conjunto. Una placa plana separa las dos capas horizontales, además debe asegurarse de que el ruido y el calor de las dos capas divididas por ella estén aislados.

## **Diseño de los muros**

Según lo indica el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento MVCS, (2014) estas estructuras:

Debe diseñarse de acuerdo con su capacidad para que pueda soportar las cargas asociadas con su intrusión inelástica y proporcionar a la estructura una buena resistencia al corte que sea

mayor o igual a la carga generada por el movimiento sísmico. Siga el procedimiento de diseño del muro de carga.

### **Dimensiones del reforzamiento estructural**

De acuerdo con las "Directrices técnicas para la reducción de riesgos de viviendas en pendiente" (2018), cuando la estructura a reforzar es un muro, el refuerzo estructural de mampostería seca y muros de mampostería cerrada se puede considerar como dimensiones.

La guía técnica para la reducción del riesgo de viviendas en pendientes (2018) establece:

Como elementos de acero se utilizan muros de mampostería armada o armada, principalmente denominados tensores, que son barras verticales de acero, y otras barras horizontales de acero se denominan estribos. Están diseñadas para resistir cargas laterales y utilizan elementos huecos a través de los elementos. Se coloca barra de construcción.

***Figura 6 Muro de albañilería armada***



Fuente: Youtube.

Tomando en consideración la Guía Técnica para Reducir el Riesgo de Viviendas en Laderas

(2018) se puede señalar que:

Por lo general, en las paredes de juntas secas se utilizan ladrillos especiales con superficies lisas y tamaños ligeramente variables, por lo que no se necesita cemento para cubrir defectos geométricos. Por lo tanto, este tipo de mampostería se construye con ladrillos en un día y se utiliza como ligante de hormigón líquido (GROUT). Bajo ciertas restricciones especiales, el sistema utiliza la misma función que un muro armado.

La mampostería hermética es un método constructivo tradicional, en muchas partes de nuestro país se suele utilizar en la construcción de edificaciones, en este sistema se utilizan ladrillos, vigas y columnas de arcilla cocida. En este tipo de edificios, primero se construyen las paredes de ladrillo, luego se ensamblan y se vacían las columnas, y luego se ensamblan las losas. El sistema cerrado consta de cuatro elementos: unidad de mampostería, unidad de hormigón, unidad de acero y unidad de hormigón.

**Figura 7** Muro de albañilería confinada



Fuente: (Youtube, 2020)

## **Estabilidad de viviendas**

Oviedo (2016) señaló: Es precisamente de acuerdo con la estructura geométrica de la casa y la tecnología de diseño empleada para utilizarla para que las propiedades de la casa resistan la influencia de la fuerza provocada por el fenómeno o desastre natural. es un terremoto El movimiento, el efecto de la gravedad y la influencia del viento.

Según la descripción de Ingeniería de Construcción (2012), la estabilidad de la casa se logra:

## **Comportamiento del esfuerzo de compresión**

Para Oviedo, R. (2016) Generalmente:

La resistencia a la compresión se obtiene de una muestra de hormigón tubular con una relación altura-diámetro igual a 2. Colocar la muestra longitudinalmente a una velocidad de deformación lenta, para obtener la deformación máxima se necesitan de 2 a 3 minutos. La resistencia a la compresión se puede alcanzar después de 28 días. Suele oscilar entre 140 y 560 Kg / cm<sup>2</sup>. Además, se pueden utilizar cilindros más pequeños.

## **Comportamiento del esfuerzo de tensión**

Oviedo, R. (2016) indico que.

Por lo general, la tensión se puede obtener directamente de la muestra en tensión, porque la tensión de tracción suele ser menor o igual al 20% de la tensión de compresión. Sin embargo, debido a las

dificultades experimentales para lograr la tensión axial en la muestra y la incertidumbre con respecto a la tensión secundaria causada por el dispositivo de sujeción, rara vez se utilizan pruebas de tensión directa.

### **Comportamiento del esfuerzo biaxial**

Según Oviedo, R. (2016). “Si la tensión principal actúa en ambas direcciones, entonces aparecerá una de las condiciones para la tensión biaxial, lo que significa que la tensión que actúa sobre un plano y la tercera tensión principal tienden a cero”.

### **Comportamiento del esfuerzo triaxial**

Según Oviedo, R. (2016), “Después de la prueba de compresión triaxial, la resistencia y ductilidad del hormigón mejoran significativamente. La siguiente ecuación describe el comportamiento triaxial del hormigón”:

$$f'_{cc} = f'_{c} + 4.1 f_1 \text{ (lb / Plg}^2\text{)}$$

### **Dimensiones de la estabilidad de viviendas**

Para Oviedo, R. (2016) se caracteriza por qué:

Solo en casos especiales se probará el hormigón para detectar esfuerzos en una sola dirección. Este estrés unidireccional se llama estrés uniaxial. En casi todos los casos, el hormigón se prueba en varias direcciones al mismo tiempo, pero en algunos casos, se puede justificar que las condiciones de tensión uniaxial sean razonables.

De acuerdo con lo que indicó Oviedo, R. (2016) ocurre que:

En la mayoría de las estructuras, el hormigón se prueba directamente y las fuerzas cortantes se aplican en todas las direcciones. Considere el equilibrio de fuerzas ejercidas sobre la estructura. En varias estructuras, el hormigón está sujeto a cortante y tensión en todas las direcciones. Teniendo en cuenta el equilibrio de las fuerzas que actúan sobre los elementos de hormigón, los resultados muestran que podemos reducir cualquier situación de tensión combinada a tres tensiones normales que actúan en tres planos mutuamente perpendiculares. Estos tres esfuerzos normales son esfuerzos principales y el esfuerzo cortante que actúa sobre estos planos es cero.

### **Esfuerzo de compresión**

Chang y Pere (2015) señalaron: "La fuerza de compresión es el resultado que se obtiene de la tensión o presión existente en el elemento variable o medio continuo, porque en cierta medida tiende a reducir su volumen y acortar la longitud del cuerpo. Dirección".

Con esto concluye la conclusión; la compresión tiende a ser un proceso físico o mecánico porque implica la acción de someter un elemento a dos fuerzas opuestas para reducir su volumen. El estrés compresivo se denomina resultado de estos esfuerzos.

### **Deformación elástica**

Mott, R. (2000) expresó que:

Ésta es la fuerza máxima aplicada para hacer que la deformación sea elástica. A esto se le llama el límite. En el proceso de deformación elástica, su volumen cambiará y luego retomará su forma cuando la carga se detenga, por eso se le

llama "deformación". La deformación elástica indica que esta deformación es reversible, no permanente.

### **Deformación plástica**

Mott (2000) señaló: Esta es la deformación que experimentará el elemento al ser sometido a esfuerzos y no podrá recuperar su estado original, a esta deformación se le llama plasticidad.

Como **definición de términos**, tenemos:

### **Estructuras de retención**

El propósito de los muros de contención es soportar, mantener o proporcionar aislamiento lateral para una gran cantidad de materiales (que pueden ser molidos o materiales sueltos) En muchos casos donde la pendiente del terreno cambia repentinamente, se utilizarán muros de contención. Para diseñar una estructura de contención es necesario analizar las condiciones que pueden existir en condiciones de falla y establecer factores de seguridad para evitar colapsos, este método se denomina diseño límite y requiere el uso de mecánicas de equilibrio límite.

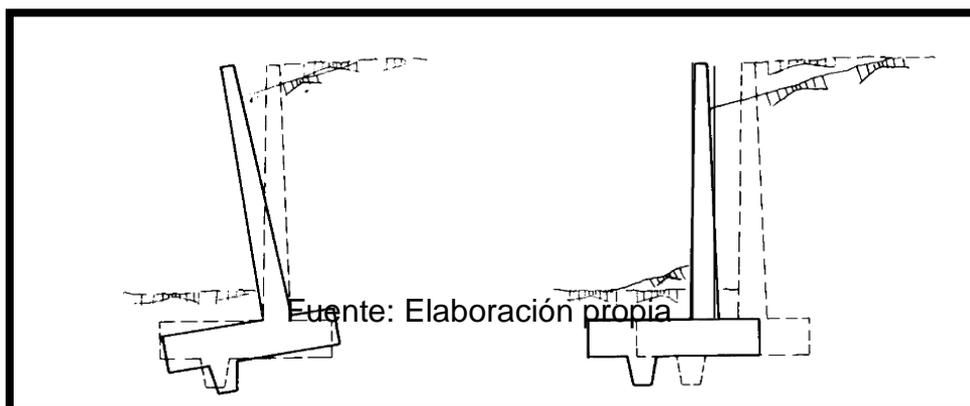
### **Condiciones de estabilidad**

Para que el muro de retención sea estable, debe cumplirle las siguientes condiciones:

#### **Condiciones de estabilidad externa:**

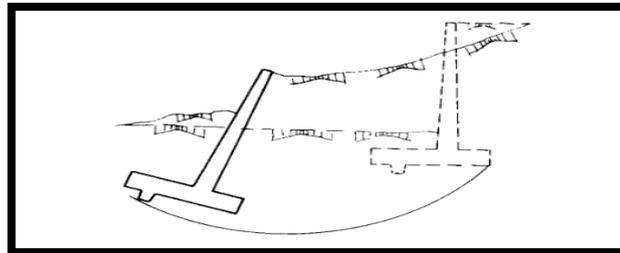
- **Volcamiento.** Véase la Figura 8
- **Deslizamiento horizontal** Véase la Figura 8

**Figura 8** Volcamiento y deslizamiento horizontal



- **Deslizamiento profundo.** Tipo de falla que se da, cuando existe una capa de suelo blando igual a aproximadamente a una profundidad a vez y media la altura desde el plano de la cimentación de la zapata. (véase Figura 9)

**Figura 9** Deslizamiento profundo

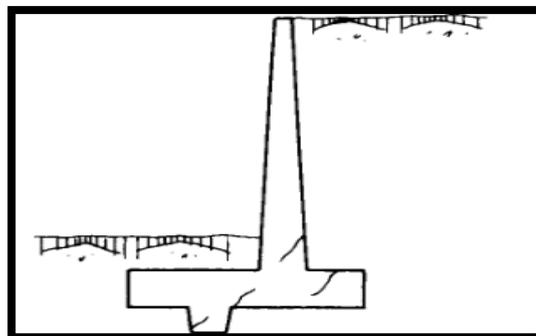


Fuente: Elaboración propia

### Condiciones de estabilidad interna

- **Rotura por esfuerzos cortantes.** Se puede dar en el talón, alzado y puntera. Fig. 4

**Figura 10** Rotura por esfuerzos cortantes



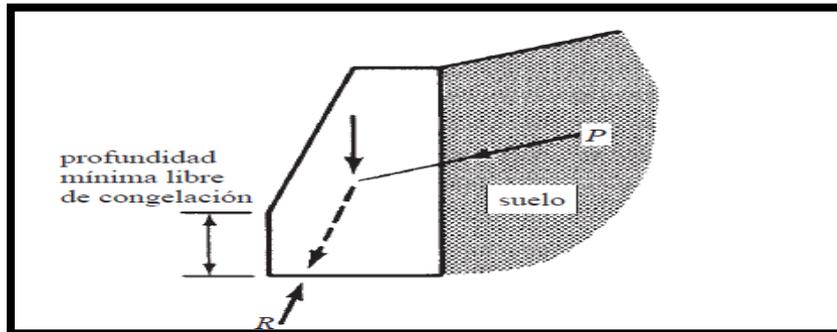
Fuente: Elaboración propia

### Muros a gravedad

Se utiliza para paredes de hasta aproximadamente 10 a 12 pies de altura. Por lo general, está hecho de hormigón ordinario y depende completamente de su propio peso para evitar deslizamientos y vuelcos. Suele ser tan grande que no está reforzado con acero. El esfuerzo de tracción calculado por el método de esfuerzo de trabajo generalmente se mantiene por debajo de  $1.6\sqrt{f'_c}$ . Los muros de

contención de gravedad también se pueden construir de piedra o mampostería. (McCormac, J. y Russell H., Brown R. H., 2014, p. 385)

**Figura 11** Muro de gravedad.



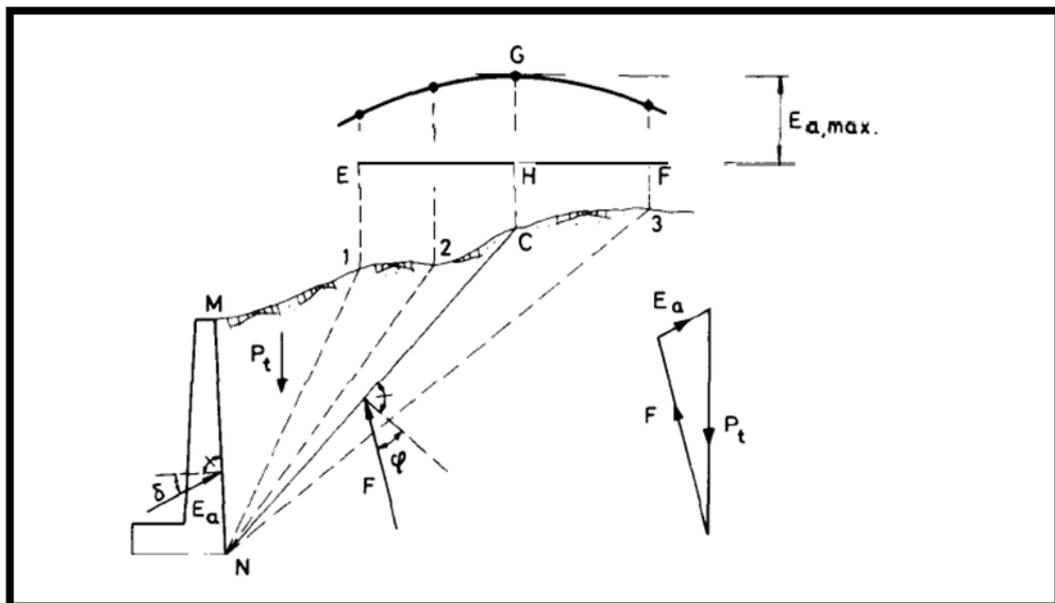
Fuente: (McCormac, J. y Russell H., Brown R. H., 2014)

## Teorías para el cálculo de diseños de muros de retención

### Teoría de coulomb

El problema de las presiones laterales es el caso más frecuente en muros de retención y fue estudiado por primera vez por Coulomb en 1773, Coulomb supone un terreno de forma cualquiera y una rotura de línea recta, estando en condición de equilibrio el peso  $P$  (Fig. 6).

**Figura 12** Teoría de Coulomb.



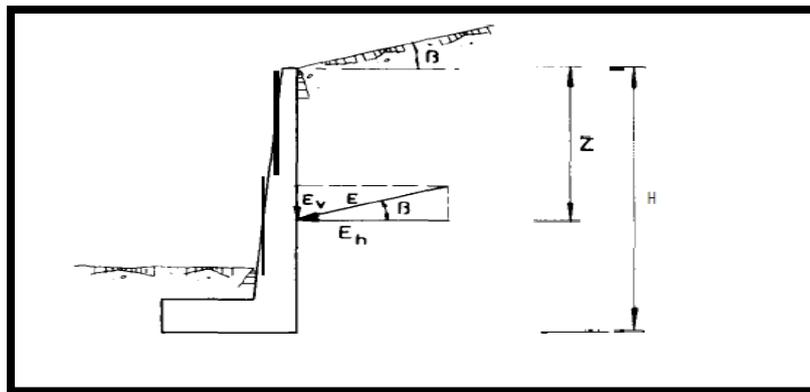
Fuente: (McCormac, J. y Russell H., Brown R. H., 2014)

### Teoría de Rankine

Rankine plantea una hipótesis más simple mediante una superficie de contacto lisa donde no existe rozamiento entre muro y suelo, llamado también estado de Rankine, para el cálculo del empuje activo y de la resistencia pasiva, se calculan las condiciones de e

quilibrio límite geostático de presiones en el muro. Se presentan dos series de superficies planas de rotura, formando ángulos de  $45 \pm \phi/2$  con la horizontal. Figura 7.

**Figura 13** Teoría de Rankine



Fuente: (McCormac, J. y Russell H., Brown R. H., 2014)

**Teoría de Mononobe-Okabe**, Bustamante, T. y Romanel, C. (2014), Los métodos rígido-plástico o pseudoestáticos se basan en el balance de fuerzas y determinan el valor de la fuerza que actúa sobre el muro de gravedad y sus respectivos puntos de acción, lo que permite calcular el factor de seguridad relativo a la gravedad por falla estructural. Actualmente, el método pseudoestático clásico se llama Mononobe-Okabe. La fuerza que actúa sobre la cuña de suelo granular seco se muestra en la Figura 6. Además de la fuerza estática considerada en la Figura 7 del método de Coulomb (1776), el balance de fuerzas actual también incluye una fuerza pseudoestática equivalente a la fuerza inercial. (Pero según el principio de d'Alembert, la dirección es opuesta) tiene componentes horizontal y vertical  $k_h W$  y  $k_v W$ , donde  $k_h$  y  $k_v$  son los denominados coeficientes sísmicos.



**Figura 15** Mapa de intensidades sísmicas E.030.



Fuente: (Comité de la Norma E 030 Sismoresistente, 2018)

Por su ubicación el área de estudio se encuentra en la zona 4 con un factor de zona,  $z = 0.45$  y según el estudio de mecánica de suelo se tienen los siguientes parámetros sísmicos de la zona de estudio.

**Tabla 2** Parámetros sísmicos

<u>PARAMETROS SISMICOS</u>			
Z	=	0.45	Zona - Lima.....RNE E.030
U	=	1.5	Edificación esencial.....RNE E.030
S	=	1	Suelo S1.....Estudio de mecánica de suelos
$T_p$	=	0.4 s	Suelo S1.....Estudio de mecánica de suelos
TL	=	2.5 s	Suelo S1.....Estudio de mecánica de suelos
Rwi	=	2	ACI -350.3
Rwc	=	1	ACI -350.3

Fuente: Elaboración propia

## **Condiciones de cimentación**

Según la norma técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" se deberá tener en cuenta el estudio de mecánica de suelos (EMS) como medio para el diseño de la cimentación.

### **Presión admisible**

Es la presión máxima que la cimentación puede transmitir al suelo sin un asentamiento excesivo (mayor que el asentamiento permisible), y el factor de seguridad contra daños por cortante es menor al valor indicado en el artículo 21, que indica el mínimo bajo carga estática. El factor de seguridad para la falla por cortante es 3.0 y el esfuerzo máximo por terremoto o viento (el que sea más desfavorable) es 2.5.

**Asentamiento Diferencial.** - Es la máxima diferencia de nivel entre dos cimientos adyacentes conectados por elementos estructurales que pertenecen a la misma estructura.

**Asentamiento diferencial máximo aceptable:** Es el asentamiento diferencial más grande entre dos elementos adyacentes conectados por elementos estructurales pertenecientes a la misma estructura, y no causará daños visibles ni ocasionará problemas cuando esto ocurra.

## Muro tipo pirca

La vivienda es de un nivel y tiene como cimentación superficial pircas superpuestas entre sí, las pircas son piedras angulosas y los materiales del sistema estructural de la vivienda son de madera, estas estructuras son vulnerables a colapsar y a causar daños graves a las personas debido a los movimientos sísmicos.

**Figura 16** Muro tipo pirca



**Fuente:** Elaboración propia

## Malla electrosoldada

Las mallas de alambre soldadas están compuestas por barras de acero lisas u onduladas. Por sus intersecciones ortogonales y sus fuertes uniones, tienen una adherencia efectiva al hormigón. Por lo tanto, se sueldan en todas las intersecciones. La función de estas mallas es reemplazar el hierro tradicional. Tendones en cualquier elemento.

**Figura 17** Especificaciones técnicas del elemento de refuerzo

Especificaciones Técnicas					
DESCRIP.	MEDIDAS (m)	COCADA (mm)	DIAM. (mm)	PESO MALLA	PESO Kg/m <sup>2</sup>
<b>MALLAS PARA LOSAS, MUROS DE CONTENCIÓN, ZAPATAS</b>					
MALLA SOLDADA R-80	2.40 x 6.00	200 x 330	4.5 / 3.0	11.387	0.949
MALLA SOLDADA QE-106	2.40 x 5.00	150 x 150	4.5	19.878	1.657
MALLA SOLDADA Q-139	2.40 x 6.00	100 x 100	4.2	31.200	2.167
MALLA SOLDADA Q-158	2.40 x 6.00	150 x 150	5.5	35.809	2.487
MALLA SOLDADA Q-188	2.40 x 6.00	150 x 150	6.0	42.621	2.960
MALLA SOLDADA Q-238	2.40 x 6.00	100 x 100	5.5	53.710	3.730
MALLA SOLDADA Q-257	2.40 x 6.00	150 x 150	7.0	58.004	4.028
<b>MALLAS PARA MUROS DE EDIFIC. DE DUCTIBILIDAD LIMITADA (Con Puntas Largas)</b>					
MALLA SOLDADA QE-159/196	2.40 x 3.05	100 x 100	4.5 / 5.0	17.643	2.410
MALLA SOLDADA QE-196	2.40 x 3.05	100 x 100	5.0	19.546	2.670
<b>MALLAS PARA SUPLES (Encuentro de Muros) o DOWELS (Arranque de Muros)</b>					
MALLA SOLDADA RE-61/196	0.80 x 2.40	150 x 100	3.4 / 5.0	3.294	1.716
MALLA SOLDADA RE-84/257	0.80 x 2.40	150 x 150	4.0 / 7.0	4.340	2.260

**Fuente:** Elaboración propia

### Geomalla biaxial

Se trata de una geomalla de geomembrana, que se perfora y estira en dos direcciones insertando nudos gruesos con fuerza en ambas direcciones. Este material se suele utilizar para la redistribución de cargas en suelos de baja capacidad portante (suelos blandos), suelos saturados y polvos finos (plataformas o terraplenes).

**Figura 18** Especificaciones técnicas del elemento de refuerzo PRODAC

PROPIEDADES	NORMA	UND	VALOR
POLÍMERO	-	PP	POLIPROPILENO
TIPO	-	-	EXTRUIDO
MÍNIMO CONTENIDO DE NEGRO DE HUMO	ASTM D 1603	%	2
ESPESOR DE LA COSTILLA	ASTM D 5199	mm / mm	1.5 / 1.5
ESFUERZO DE TENSIÓN AL 2% DE ELONGACIÓN (MD / CD)	ASTM D 6637	kN / m	4.0 / 6.0
ESFUERZO DE TENSIÓN AL 5% DE ELONGACIÓN (MD / CD)	ASTM D 6637	kN / m	11.0 / 12.0
ESFUERZO ÚLTIMO DE TENSIÓN (MD / CD)	ASTM D 6637	kN / m	15.0 / 15.0
ELONGACIÓN AL ESFUERZO ÚLTIMO (MD / CD)	ASTM D 6637	%	12.0 / 9.0
ESFUERZO DE TENSIÓN EN LA COSTILLA	GRI - G61	kN / m	14.0 / 14.0
ESFUERZO DE TENSIÓN EN LA JUNTA	GRI - G62	kN / m	13.0 / 13.0
RIGIDEZ FLEXURAL	ASTM D 5732	mg-cm	494215
RESISTENCIA A LA INTEMPERIE	EN 12224	%	100
RESISTENCIA A ÁCIDOS Y ALCALINOS	EN 14030	%	100
RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN (56 DÍAS @ 110° C)	ISO 13438	%	100
RESISTENCIA A LOS RELLENOS DE SUELO	EN 12225	%	100
ABERTURA DE MALLA (MD / CD)	MEDIDO	mm / mm	40.0 / 40.0
ROLLO ANCHO	-	m	3.95
ROLLO LARGO	-	m	50
ROLLO ÁREA	-	m <sup>2</sup>	197.5
UNIDAD DE VENTA	-	m <sup>2</sup>	-

**Fuente:** Elaboración propia

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

Según Carrasco (2006), afirmó que la investigación aplicada es la investigación que se encarga de estudiar nuevas posibilidades, para que las nuevas teorías puedan hacer importantes aportes a la vida real de la población y otros temas. (Página 43). Para este proyecto de investigación, se considera una investigación aplicada o técnica porque su propósito de investigación es determinar en qué medida el sistema de refuerzo afecta la estabilidad del muro de pirca en viviendas autoconstruidas.

Los métodos cuantitativos son continuos y se basan en pruebas. Utiliza la recopilación de datos para probar hipótesis basadas en mediciones numéricas y análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2017)

Este proyecto de investigación se posiciona en el tipo de método cuantitativo. A partir de la formulación de la hipótesis y la explicación de la matriz de consistencia, se auscultan los diferentes métodos del objeto de investigación, que involucran el diseño del muro en forma de pirca y sus procedimientos constituyen el soporte teórico del marco teórico.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

La investigación interpretativa tiene como objetivo determinar la causa del evento o fenómeno en estudio. (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2017)

Además, el proyecto de investigación actual relacionado con el nivel de investigación corresponde al nivel explicativo; es decir, se describen sistemáticamente la variable independiente correspondiente al diseño del muro en forma de pirca y la variable dependiente correspondiente a la vivienda autoconstruida; porque la correlación entre las dos variables se establecerá el sexo. Finalmente, el corte transversal se refiere al hecho de que la información relevante será analizada en un período específico (es decir, 2021).

### **3.2. Diseño de investigación**

Una investigación se considera cuasi-experimental porque también manipula deliberadamente al menos una variable independiente para observar su influencia

en una o más variables dependientes, pero se diferencian de los experimentos "puros" en que tienen un efecto inicial en el grupo. Confianza en equivalencia. En el diseño cuasi-experimental, los participantes no son asignados ni emparejados aleatoriamente, sino que estos grupos se forman antes del experimento: son grupos completos (el motivo de su aparición y la forma en que se integran son experimentos independientes o separados) (Hernández et al. 2017).

Por lo tanto, este estudio se considera cuasi-experimental porque su propósito es estudiar en qué medida el sistema de refuerzo afecta la estabilidad de muros en forma de pirca en casas autoconstruidas AH, San Genaro, Chorrillos, 2021 es también un estudio cuasi-experimental. Clasificación de tipo, debido a que la muestra no es aleatoria, habrá un grupo de control.

### **3.3. Variables y operacionalización**

Conjunto de procedimientos y actividades desarrollados para medir dos o más variables, y luego cuantificar, analizar y determinar cómo una variable afecta a otra (Hernández et al, 2014))

Como variables del proyecto de investigación tenemos:

**Variable independiente:** Sistemas de reforzamiento de muros.

Definición conceptual: Según Ariza (2020): "Entre los tipos de sistemas de reforzamiento, el tipo integral se refiere al método de refuerzo de la estructura según el procedimiento en poco tiempo, en comparación con el refuerzo progresivo. Este tipo de procedimiento debe probarse con anticipación para garantizar que la estructura mejorada resista las tensiones que soportará la estructura.

**Variable dependiente:** Estabilidad de muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas.

Definición conceptual: Según Ballón y Echenique (2021): Se debe asegurar la resistencia y estabilidad del muro, para lo cual se requiere la verificación de la capacidad de balanceo, deslizamiento y carga.

En este proyecto de investigación se adjunta la matriz de operacionalización en el **anexo 01**.

### **3.4. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Según Hernández R., Fernández. C. y Baptista, P. (2014): "Se determina que la población es un grupo de todos los casos diferentes que se ajustan a una serie de especificaciones diferentes "(pág. 174). Según el autor, el grupo de investigación de este proyecto de investigación consiste en los muros tipo pirca del asentamiento humano San Genaro que existe en la zona de Chorrillos.

#### **Muestra**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014): "La muestra se convierte en un subgrupo de toda la población de interés. Los datos deben ser recolectados. Por supuesto, deben estar definidos y delineados con precisión. Además, debe representar a toda la población. Según el autor, la muestra de investigación de este proyecto de investigación corresponde al muro tipo pirca en el A. H San Genaro en el Distrito de Chorrillos. La misma que fue seleccionada como la más representativa de todas las viviendas autoconstruidas de la zona.

***Tabla 3*** *Sistemas de reforzamiento*

Sistema de reforzamiento N° 01	Sistema de reforzamiento N° 02
Reforzamiento con malla electrosoldada	Reforzamiento con geomalla

**Fuente:** Elaboración propia

#### **Muestreo**

En este tipo de muestreo, la elección de la muestra depende del criterio del investigador, no de la probabilidad (Borja, 2012). En resumen, esta investigación utilizará un muestreo no probabilístico. Por conveniencia, la muestra se selecciona

porque el área de trabajo del investigador se encuentra cerca de la muestra de este proyecto de encuesta.

En este proyecto de investigación se adjunta la matriz de consistencia en el anexo 02.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1. Técnicas**

Según Hernández (2007): "La tecnología de recolección de datos se refiere a procedimientos de acción específicos y específicos utilizados para recolectar información relacionada con el método de investigación que se está utilizando. El uso de ciertas u otras tecnologías dependerá del marco de investigación a realizar". De Ander-Egg (2003) De el punto de vista de), esta observación tiene dos significados; el primero está relacionado con la tecnología de la investigación, participa en el proceso de obtención de información sobre los objetos de investigación de las humanidades, y utiliza el sentimiento de los hechos con cierta lógica relacional; segundo , como una herramienta de investigación que utiliza los principios de los métodos científicos para obtener información de manera sistemática, buscando la validez y confiabilidad de los datos obtenidos. En vista de la situación anterior, este proyecto de investigación utilizará tecnología de observación directa.

#### **3.5.2. Instrumentos**

Un instrumento de medida adecuado es un instrumento que registra datos observables que realmente representan los conceptos en la mente del investigador o las variables en la mente del investigador. En términos de cantidad: realmente capturé la "realidad" que espero capturar (Sampieri, 2006, p. 276).

En la presente investigación se utilizará como instrumento fichas técnicas expuestas en la Tabla 5.

**Tabla 4 Fichas técnicas**

FICHA TÉCNICA	INDICADORES	ANEXO
Ficha técnica N° 01	FSD	03
Ficha técnica N° 02	FSV	04
Ficha técnica N° 03	Desplazamiento horizontal	05
Ficha técnica N° 04	Resistencia al corte	06

Fuente: Elaboración propia

### **Validez de instrumentos: Juicio por expertos**

Según Sampieri (2006), La validez de contenido se refiere al grado en que la herramienta refleja el área específica del contenido medido. De manera similar, la validez experta se refiere al grado en que la herramienta de medición mide claramente la variable en cuestión con base en "voces calificadas". Tiene que ver con la validez del contenido, de hecho, se ha considerado parte de él durante muchos años. En vista de lo anterior, la efectividad de las herramientas correspondientes a este trabajo de investigación será evaluada por el juicio de expertos integrados por profesionales.

**Tabla 5 Formato de juicio de expertos**

EXPERTOS	CÓDIGO CIP	FICHAS Y TÉCNICAS	CALIFICACIÓN
1		FSD	
2		FSV	
3		Desplazamiento horizontal	
4		Resistencia al corte	

Fuente: Elaboración propia

### **Confiabilidad de instrumento.**

Cuando las mediciones no cambian significativamente, es decir, sus variaciones son mínimas se dice que un instrumento es confiable (Ñaupas y Mejía, 2014, P.216).

En la presente investigación se consideran que los resultados son confiables, se adjunta la licencia del de uso del software SAP 2000 en el anexo 07.

### **3.6. Procedimientos**

#### **ETAPA 1:** Levantamiento de datos en campo del muro tipo pirca

- Se realizará un levantamiento topográfico de la vivienda autoconstruida con cimentación de muro pirca.
- Se importará los puntos topográficos en AutoCAD para dimensionar la estructura.
- Se calculará la pendiente del muro tipo pirca

#### **ETAPA 2:** Estudios Geotécnicos

- Se realizará el ensayo de RMR para clasificar el macizo rocoso y determinar la calidad de la roca.
- Se realizará un EMS.
- Se realizará el análisis cinemático mediante proyecciones estereográficas para la estabilidad del talud con el software DIP V6.

#### **ETAPA 3:** Predimensionamiento y diseño de las estacas ancladas para la colocación de los reforzamientos

#### **ETAPA 4:** Predimensionamiento y diseño estructural del muro tipo pirca sin reforzamiento

#### **ETAPA 5:** Análisis estructural del muro tipo pirca con el sistema de reforzamiento 01

#### **ETAPA 6:** Análisis estructural del muro tipo pirca con el sistema de reforzamiento 02

#### **ETAPA 7:** Verificación y evaluación de los resultados

### **3.7. Método de análisis**

Según Sarduy (2007) Indica que la investigación cuantitativa se dedica a recolectar, procesar y analizar datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas. Esto le ha permitido darle una connotación, no solo una lista de datos organizados como resultado; porque los datos que se muestran en el informe final son exactamente iguales a las variables anunciadas desde el principio, y los resultados obtenidos brindarán lo que tienen. sufrida Realidad específica (pág. 6). Por lo tanto, este estudio utilizará análisis estadístico descriptivo; porque todos los datos obtenidos se describen mediante tablas y gráficos (gráficos). Nuevamente, se basará en el porcentaje y la frecuencia de uso de la herramienta.

### **3.8. Aspectos éticos**

Según la Oficina de Investigaciones de Lima (UCV, 2016), significa: “Los investigadores deben comprometerse a presentar los resultados con veracidad, respetando los derechos de propiedad intelectual, la responsabilidad y la ética” (pág. 12). Por ello, todos los programas que se muestran en este trabajo se toman en consideración de forma original, evitando así algún tipo de duplicación.

1. Esta investigación es de mi propiedad.
2. Se han manipulado las normas de referencia de estilo ISO 690 y 690-2.
3. Esta investigación no plagia ningún otro trabajo, y el autor no plagia.
4. El conjunto de datos utilizado en este proyecto es real, no creado, inventado o copiado, por lo tanto, los resultados obtenidos pueden ser presentados en el trabajo, lo que ayudará a la investigación.

#### **IV. RESULTADOS**

## 4.1 Desarrollo del procedimiento.

### ETAPA 1: RECOLECCIÓN DE DATOS

#### Descripción del proyecto

Para el presente proyecto de investigación se plantea realizar el análisis de dos sistemas de reforzamiento para mejorar la estabilidad de un muro tipo pirca que forma parte de la cimentación de una vivienda autoconstruida.



Figura 19

#### Ubicación geográfica del proyecto

El desarrollo del proyecto de investigación se ubica al sur de la capital de Lima, Región Lima-Provincia de Lima, distrito de Chorrillos, A.H. San Genaro.

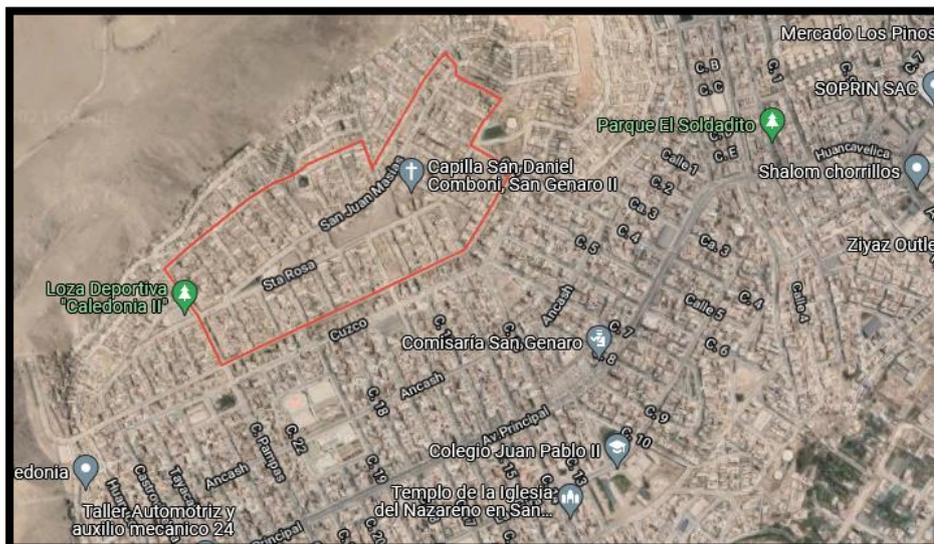


Figura 20

### **Localización:**

El Distrito de Chorrillos se encuentra localizado en la zona sur de Lima Metropolitana y tiene una superficie de 38.94 Km<sup>2</sup> y una altitud de 46 msnm.

### **Referencial de ubicación de la zona de estudio**

**NORTE:** Con el Distrito Barranco

**SUR:** Con el Distrito de Villa el Salvador

**ESTE:** Con el Distrito de San Juan de Miraflores

**OESTE:** Con el Océano Pacífico

### **Temperatura**

La temperatura- máxima promedio en Chorrillos es templado, húmedo y con ausencia de lluvias, teniendo las siguientes características: Temperatura entre los 30°C como temperatura máxima y 13°C como temperatura mínima. El medio ambiente presenta contaminantes físicos debido al polvo suspendido en el aire, originado por las vías sin pavimentar y fuentes de emisión contaminantes provenientes del transporte vehicular que transitan por la avenida del distrito.

### **Levantamiento topográfico del muro tipo pirca**

Para el levantamiento topográfico del muro tipo pirca en campo se está empleando la participación del siguiente personal y de los siguientes equipos:

#### **Personal**

- 01 Topógrafo
- 01 Ayudante de Topógrafo

#### **Equipos Topográficos**

Para el Levantamiento Topográfico:

- 01 Estación Total marca LEICA, modelo TS 02;
- 01 Trípode
- 01 Prisma
- 01 Porta prismas



### Proceso del levantamiento topográfico

Mediante los puntos de control de la poligonal base del proyecto “SECTORIZACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA PARTE ALTA DE CHORRILLOS: MATRIZ PRÓCERES-CHORRILLOS” con código único: 2403504, se replanteó y verificó que los puntos bases (GPS1 – GPS2 – GPS3 – GPS4) en el cual se encontró un error permisible de cierre en distancia de 0.002 m y en orientación de  $0^{\circ}00'05''$  encontrándose dentro de las tolerancias, con ella se pudo dar posición exacta al levantamiento topográfico.

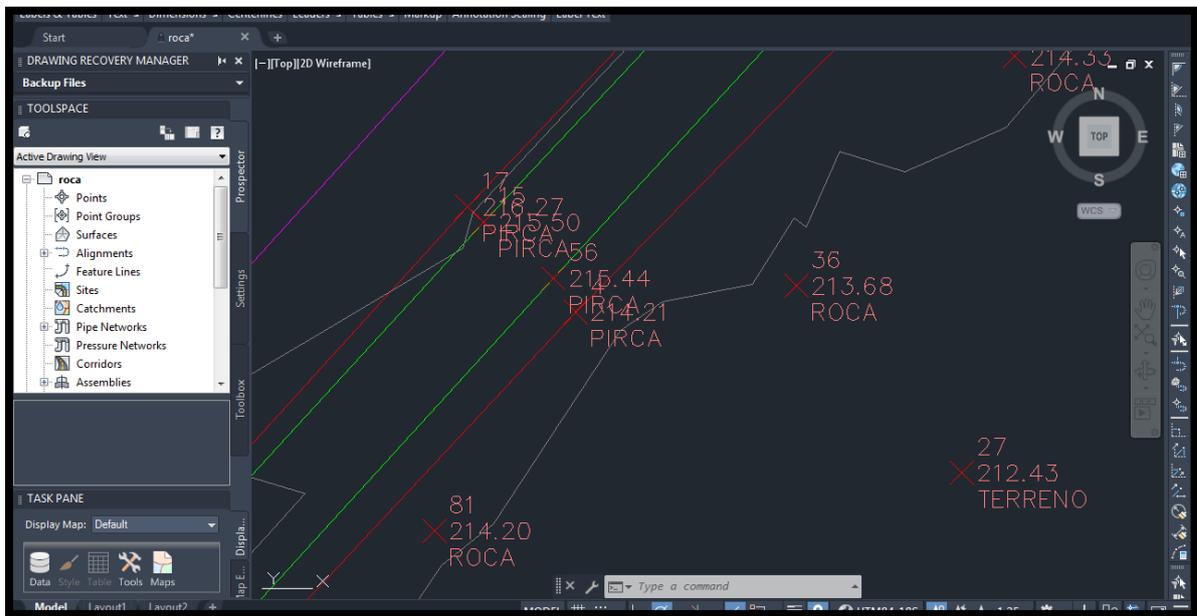
En la siguiente tabla se muestran la bajada de la data, extraído de la estación total TS-02 y trabajado en el programa AutoCAD civil 3D, 2020, dando como resultados, los siguientes puntos mostrados:

Tabla 07.

<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE MURO TIPO PIRCA A.H. SAN GENARO, CHORRILLOS 2021</b>				
<b>N° PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	297442.259	8653819.39	145.3645	TN
2	297437.946	8653821.04	145.5952	ROCA
3	297433.591	8653822.46	145.8446	PIRCA
4	297429.115	8653823.72	146.0969	PIRCA
5	297424.632	8653824.88	146.3339	PIRCA
6	297420.256	8653825.76	146.5428	PIRCA
7	297419.605	8653822.24	146.5433	PIRCA
8	297418.887	8653818.71	146.5161	PIRCA
9	297422.511	8653817.92	146.2778	PIRCA
10	297423.612	8653821.42	146.3028	PIRCA
11	297428.01	8653820.31	146.044	PIRCA
12	297426.885	8653816.87	145.9701	PIRCA
13	297431.228	8653815.61	145.7199	PIRCA
14	297432.389	8653819.05	145.7892	PIRCA
15	297436.745	8653817.67	145.5579	PIRCA
16	297435.487	8653814.23	145.4776	PIRCA
17	297439.707	8653812.72	145.2293	TERRENO
18	297441.013	8653816.08	145.2871	PIRCA
19	297444.601	8653814.59	145.0577	PIRCA
20	297443.159	8653811.31	144.9964	PIRCA
21	297447.067	8653809.54	144.769	TN
22	297448.576	8653812.81	144.8355	TERRENO
23	297452.502	8653810.86	144.6094	TERRENO
24	297450.918	8653807.69	144.5391	TERRENO
25	297455.017	8653805.75	144.2802	TERRENO
26	297456.58	8653808.86	144.3688	ROCA
27	297460.731	8653806.78	144.1034	ROCA
28	297459.332	8653803.68	144.0082	ROCA
29	297462.456	8653802.19	143.7985	ROCA
30	297464.741	8653804.79	143.8521	ROCA
31	297465.374	8653799.82	143.5061	TERRENO
32	297468.744	8653802.73	143.5611	ROCA
33	297468.035	8653796.21	143.0933	TERRENO
34	297467.919	8653796.11	143.2012	CASA

35	297470.795	8653798.26	143.1632	CASA
36	297473.646	8653800.32	143.2317	PIRCA
37	297466.331	8653795.11	143.2919	PIRCA
38	297467.924	8653796.1	143.3025	PIRCA
39	297464.607	8653798.13	143.572	PIRCA
40	297465.959	8653799.08	143.5533	TERRENO
41	297463.535	8653801.53	143.8621	TERRENO
42	297463.147	8653800.92	143.8649	PIRCA
43	297459.461	8653802.22	144.1237	PIRCA
44	297460.016	8653803.37	144.1211	PIRCA
45	297456.357	8653805.08	144.327	PIRCA
46	297455.767	8653803.77	144.2956	PIRCA
47	297452.27	8653805.47	144.5644	PIRCA
48	297452.752	8653806.83	144.5752	PIRCA
49	297449.133	8653808.54	144.8057	PIRCA
50	297448.487	8653807.08	144.7591	ROCA
51	297441.389	8653810.6	145.2359	PIRCA
52	297441.892	8653811.81	145.2425	PIRCA
53	297439.764	8653811.41	145.349	PIRCA
54	297439.648	8653811.2	146.2014	PIRCA
55	297438.149	8653813.27	145.4608	PIRCA
56	297437.746	8653812.18	145.4719	PIRCA
57	297434.074	8653813.49	145.692	PIRCA
58	297434.389	8653814.59	145.6737	PIRCA
59	297427.548	8653815.48	146.0893	PIRCA
60	297427.371	8653815.24	146.9381	PIRCA
61	297426.611	8653815.75	146.1406	PIRCA
62	297426.489	8653815.42	146.9615	PIRCA
63	297425.395	8653815.67	147.0254	PIRCA
64	297425.537	8653815.99	146.2132	TERRENO
65	297426.757	8653816.87	146.1333	TERRENO
66	297422.247	8653816.73	146.408	TERRENO
67	297422.481	8653817.92	146.4261	TERRENO
68	297405.801	8653820.09	147.3286	TERRENO
69	297406.053	8653821.26	147.3427	TERRENO
70	297386.259	8653825.24	148.2364	TERRENO
71	297385.962	8653824.08	148.2617	ROCA
72	297384.836	8653824.35	148.1673	ROCA
73	297385.141	8653825.52	148.1589	ROCA
74	297378.572	8653827.25	148.4638	ROCA
75	297378.203	8653826.13	148.4714	ROCA
76	297371.772	8653828.36	148.8736	ROCA
77	297372.234	8653829.45	148.8943	ROCA
78	297364.966	8653832.67	149.2415	ROCA

79	297364.38	8653831.63	149.2476	CASA
80	297360.906	8653833.43	149.4215	CASA
81	297357.959	8653836.52	149.5461	CASA
82	297357.342	8653835.5	149.5638	CASA
83	297350.291	8653841.16	149.9235	CASA
84	297349.701	8653840.09	149.9196	CASA
85	297370.171	8653830.32	148.9449	PIRCA
86	297371.538	8653833.58	148.8274	PIRCA
87	297367.431	8653835.48	149.0114	PIRCA
88	297365.859	8653832.24	149.0647	PIRCA
89	297361.746	8653834.29	149.2551	CASA
90	297363.44	8653837.49	149.2331	CASA



### Dimensiones del muro tipo pirca.

Altura de muro h. (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Pendiente S=%
2.77	15.22	0.55	18.20

## ETAPA 2: Estudios geotécnicos:

### Clasificación geomecánica RMR

Según la clasificación geomecánica RMR tenemos una roca de clase II, y calidad buena.

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R.)												
P A R Á M E T R O	RANGO DE VALORES										VALORACI.	
	VALOR ESTIMADO											
R. COMPRES. UNIAxIAL (MPa)	X	≥250 (15)		100-250 (12)		50-100 (7)		25-50 (4)		<25(2) <5(1) <1(0)	1	15
RQD %		90-100 (20)		75-90 (17)	X	50-75 (13)		25-50 (8)		<25 (3)	2	13
ESPACIAMIENTO(m)		≥2 (20)		0,6-2 (15)		0.2-0.6 (10)	X	0.06-0.2 (8)		<0.06 (5)	3	8
CONDICION	PERSISTENCIA	<1m long. (6)		1-3 m Long. (4)	X	3-10m (2)		10-20 m (1)		>20 m (0)	4A	2
	ABERTURA	Cerrada (6)		<0.1mm apert. (5)		0.1-1.0mm (4)	X	1-5 mm (1)		>5 mm (0)	4B	1
DE	RUGOSIDAD	Muy rugosa (6)	X	Rugosa (5)		Lig.rugosa (3)		Lisa (1)		Espejo de falla (0)	4C	12
JUNTAS	RELLENO	Limpia (6)		Duro <5mm (4)		Duro >5mm (2)		Suave <5 mm (1)		Suave >5 mm (0)	4D	1
	ALTERACION	Sana (6)	X	Lig. Alterada. (5)		Mod.Alterada. (3)		Muy Alterada. (2)		Descompuesta (0)	4E	5
AGUA SUBTERRANEA	X	Seco (15)		Humedo (10)		Mojado (7)		Goteo (4)		Flujo (0)	5	15
VALOR TOTAL RMR (Suma de valoración 1a 5) =												72
CLASE DE MACIZO ROCOSO												
RMR		100 - 81		80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		---
DESCRIPCION		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		



### **Análisis cinemático mediante proyecciones estereográficas**

Para el análisis cinemático mediante proyecciones estereográficas, se toma datos de Rumbo (Azimut), Dip. (Buzamiento o mateo) y Dip. Direction (dirección del buzamiento) de las discontinuidades principales, estratos y talud de corte; del macizo o afloramiento rocoso en análisis y se hace uso del software Dips v6, considera un ángulo de fricción de  $30^\circ$  debido a que el tipo de roca es una cuarcita.

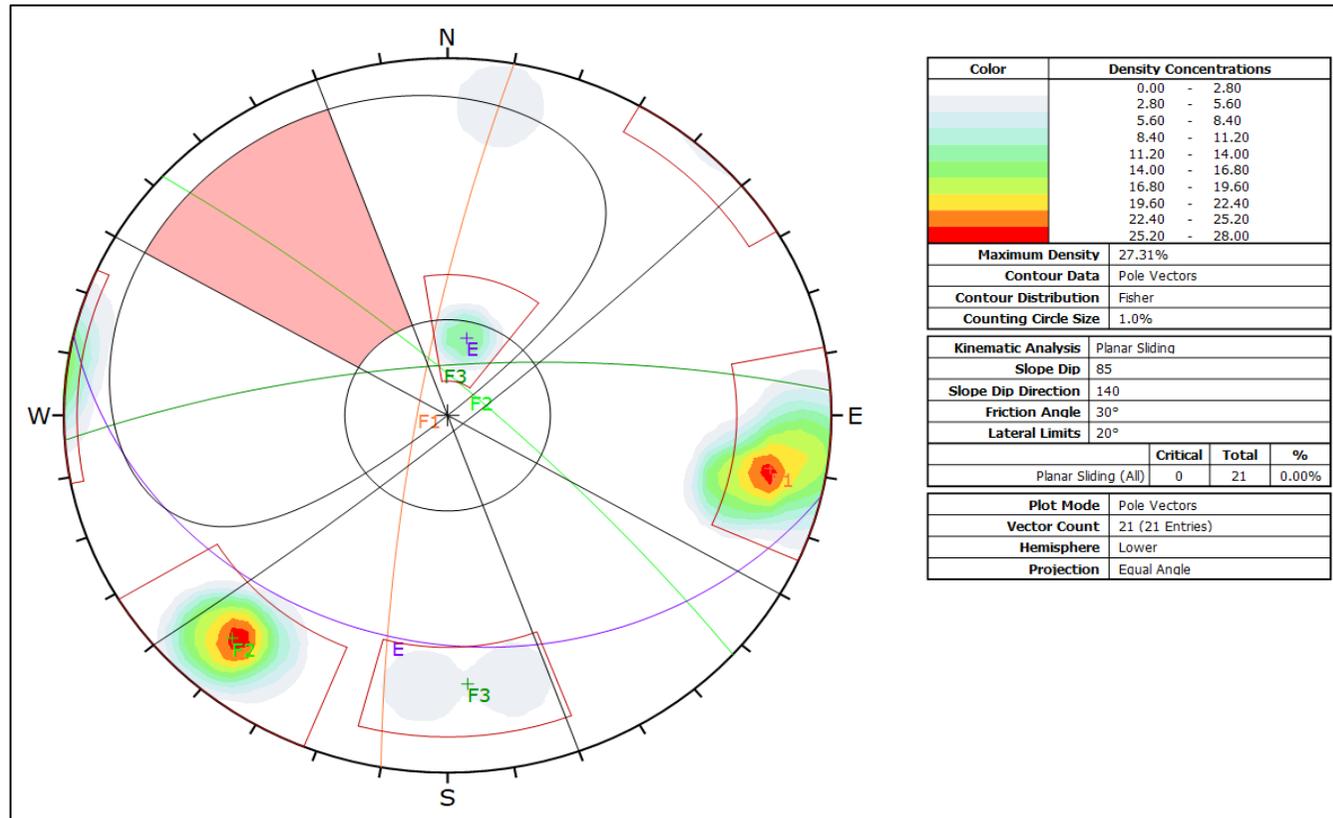
En este caso se toma los datos en el talud de excavación realizado para la cimentación del reservorio elevado REP-07, adyacente al muro tipo pirca, los datos se tomaron en el talud con mayor altura para determinar la probabilidad de fallas que podrían ocurrir y generar algún peligro en la ladera.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos para los diferentes casos de tipos de falla (planar, cuña y Toppling).

Datos tomados con brújula azimutal.

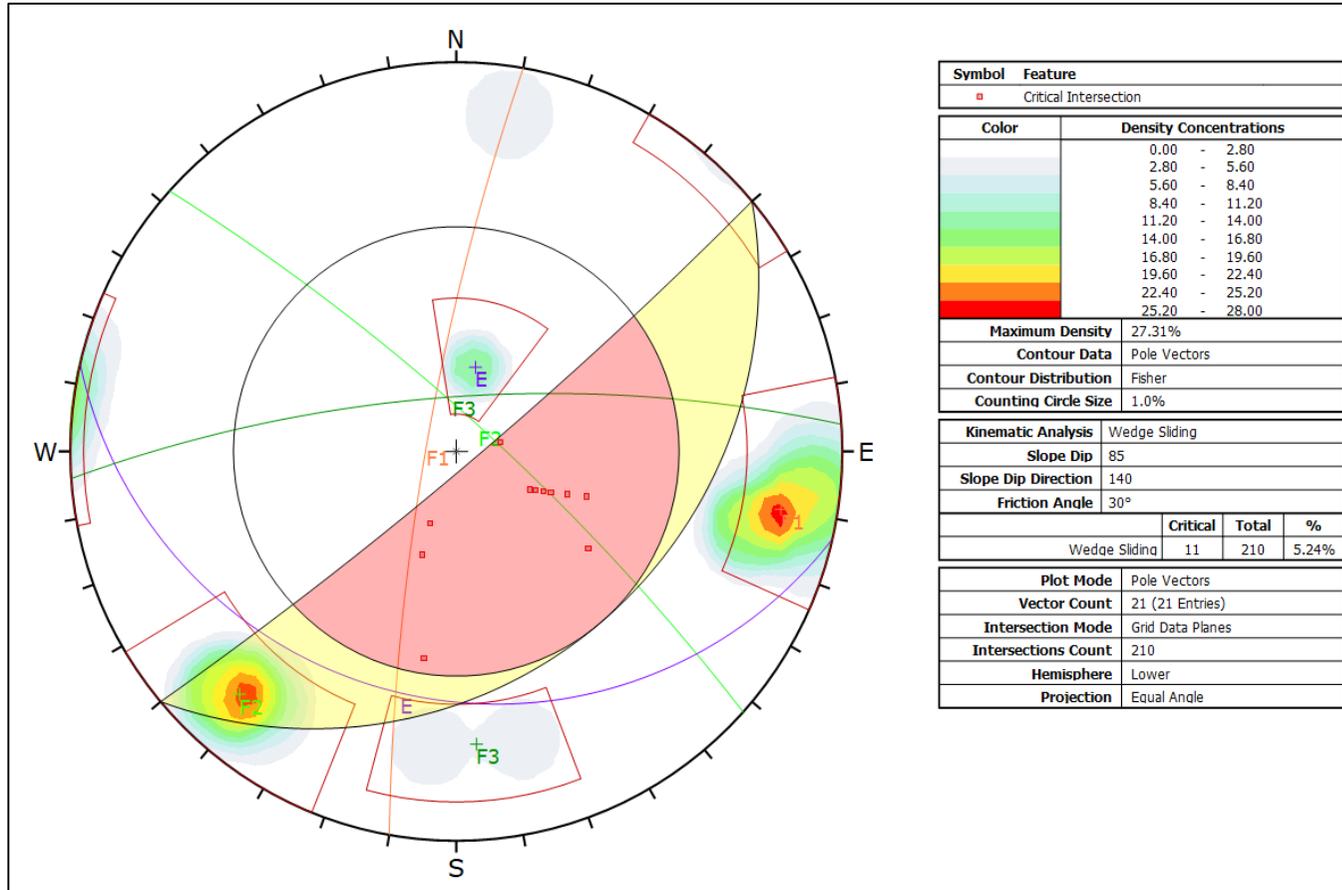
<b>DATOS</b>	<b>MURO TIPO PIRCA</b>		
	DIP	DD	AZIMUT
<b>TALUD</b>	85	140	35
<b>ESTRATO</b>	25	190	103
	26	192	102
	24	196	105
<b>FAMILIA 01</b>	88	285	188
	86	270	183
	84	275	184
	87	277	186
	85	280	185
	75	286	196
	76	285	196
	76	284	196
	75	279	193
<b>FAMILIA 02</b>	80	44	130
	79	43	129
	83	43	127
	81	45	132
	80	36	132
	75	38	131
	80	36	129
	75	38	125
<b>FALLA 1</b>	74	9	77
<b>FALLA 2</b>	74	11	88

Análisis cinemático mediante proyecciones estereográficas para FALLA PLANAR:



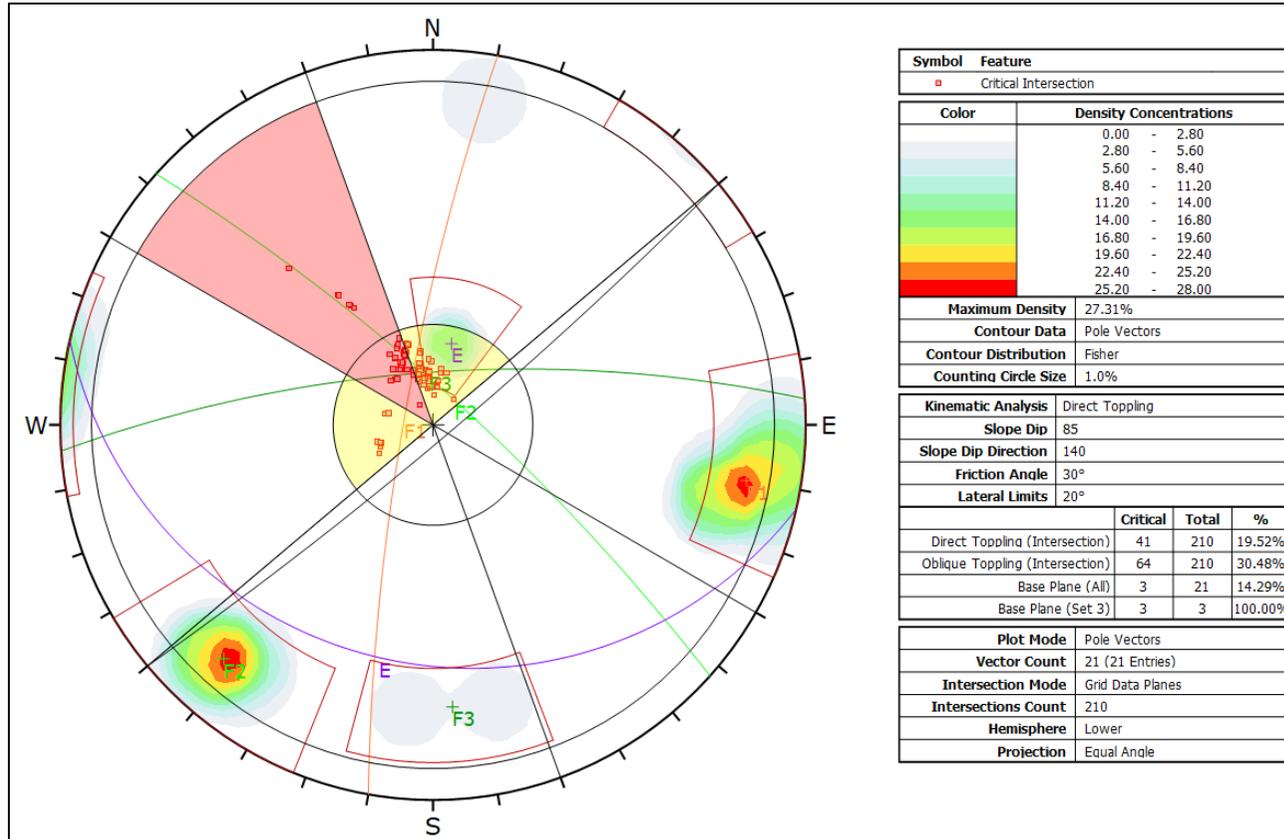
Según el análisis mediante los resultados del Software DIP V6 para falla planar, en el macizo rocoso de los 21 vectores insertados como data, ninguna de sus intersecciones representa probabilidad de falla tipo planar.

Análisis cinemático mediante proyecciones estereográficas para FALLA TIPO CUÑA:



Según el análisis mediante los resultados del Software DIP V6 para falla tipo cuña, el macizo rocoso presenta 210 intersecciones, de las cuales 11 son consideradas críticas y que podría generar falla tipo cuña, lo cual representa la probabilidad del 5.24%.

## Análisis cinemático mediante proyecciones estereográficas para FALLA TOPPLING



Según el análisis mediante los resultados del Software DIP V6 para falla tipo Toppling, el macizo rocoso presenta 210 intersecciones, de las cuales 41 son consideradas críticas y que podría generar falla toppling direct (derrumbe directo); probabilidad del 19.52% Y 64 que podrían generar Oblique toppling (derrumbe oblicuo) lo cual representa el 30.48% de probabilidad.

### Propiedades físicas del muro tipo pirca

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS PIRCAS			
Peso específico (KN/m3)	Absorción (%)	Tipo de roca	$\phi$ (Angulo de fricción)
27.67	0.17	metamórfica, cuarcita grisácea	30°

PROPIEDADES FÍSICAS DEL RELLENO		
Peso específico (KN/m3)	Tipo de material	$\phi$ (Angulo de fricción)
18.50	Granular, no cohesivo	28°

PROPIEDADES FÍSICAS DEL RELLENO		
Peso específico (KN/m3)	Tipo de material	$\phi$ (Angulo de fricción)
18.50	Granular, no cohesivo	28°

### Propiedades mecánicas de los refuerzos

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL REFUERZO 01 ( MALLA ELECTROSOLDADA)			
Descripción	Esfuerzo cortante en la soldadura (mín.)	Resistencia a la fluencia (mín.)	Resistencia a la tracción (mín.)
XY-158	241 Mpa	485 Mpa	550 Mpa

### **Etapa 3: Cálculo de las cargas de servicio y de sismo**

#### **Propiedades del suelo**

$h_{s/c} = 0.60 \text{ m}$	Altura por sobrecarga.
$\sigma = 5.1 \text{ Kg/cm}^2$	Presión neta en el terreno.
$\gamma_S = 1.80 \text{ t/m}^3$	Peso específico del suelo.
$\gamma_C = 2.40 \text{ t/m}^3$	Peso específico de las pircas.
$A = 2.00 \text{ m}^2$	Área sección inferior del muro pirca.
$\mu = 0.62$	Coefficiente de fricción.

$D_c$  = Carga de componentes estructurales

$D_W$  = Carga por peso de la superficie de desgaste

$I_M$  = Amplificación dinámica

$E_V$  = Presión vertical del suelo

$L_S$  = Carga viva superficial

$E_a$  = Empuje horizontal del suelo

$E_s$  = Empuje horizontal por acción de carga viva superficial

$E_{as}$  = Empuje de tierras con sismo

$E_q$  = Fuerza de sismo

#### **CÁLCULO DEL COEFICIENTE PARA EL EMPUJE ACTIVO-TEORÍA DE COULOMB:**

$\phi = 28^\circ$       Angulo de fricción interna del relleno

$\Theta = 90^\circ$       Angulo de la cara superior de la pared con la vertical

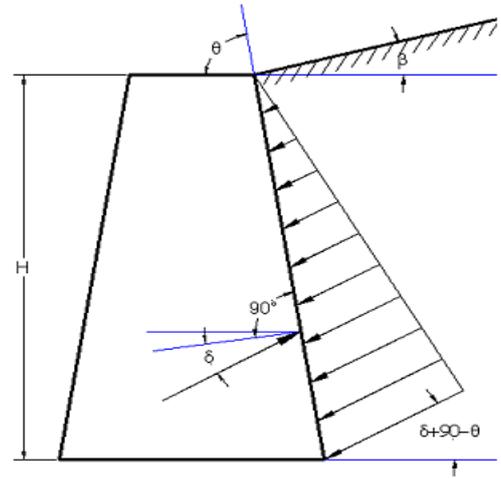
$\delta = 29^\circ$       Angulo de fricción y adh. para dif. materiales.  
(Suelo mezcla de grava AASHTO A.3.11.5.3)

$\beta = 0^\circ$       Angulo del talud de tierra con la horizontal

$\alpha = 0^\circ$       Angulo entre la sección interior del muro pirca y la vertical.

$$K_a = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \phi)}{\text{Sen}^2\theta \text{Sen}(\theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\theta - \delta)\text{Sen}(\theta + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_a = 0.28$$



$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 * K_a * \text{ancho} \quad E_a = 0.06 \text{ t}$$

### CÁLCULO DEL COEFICIENTE PARA LA FUERZA DEL DISEÑO SÍSMICO

**A** = 0.32 Coeficiente de aceleración

**S** = 1.20 Coeficiente de Sitio

### CÁLCULO DEL COEFICIENTE PARA EL EMPUJE DE TIERRAS CON SISMO-MONONOBE OKABE:

**Cálculo de los coeficientes sísmicos  $K_h$  y  $K_v$ :**

$K_h = 0.16$  Coeficiente sísmico horizontal – Recomendado A/2

$K_v = 0.05$  Coeficiente sísmico vertical- Recomendado 0.00 a 0.05

**Cálculo de los Ángulo de Fricción:**

$\phi = 28^\circ$  Angulo de fricción interna del relleno

$$\Theta = 9.56^\circ \quad \Theta = \tan^{-1}\left(\frac{K_h}{1-K_v}\right)$$

$\delta = 29^\circ$  Angulo de fricción y adh. para dif. materiales.  
(Suelo mezcla de grava AASHTO A.3.11.5.3)

$\beta = 0^\circ$  Angulo del talud de tierra con la horizontal

$\alpha = 0^\circ$  Angulo entre la sección interior del muro pirca y la vertical.

$$K_{as} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos\theta \cos^2\alpha \cos(\delta + \alpha + \theta) \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \alpha + \theta)\cos(\beta - \alpha)} \right]^2} \quad K_{as} = 0.405$$

### EMPUJE DE TIERRAS CON SISMMO – MONONOBE OKABE:

$$E_{as} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - K_v) K_{as} * \text{ancho} \quad E_{as} = 0.09 \text{ t}$$

### CÁLCULO DEL PESO ESTABILIZADOR SOBRE ZAPATA

Tipo de carga	Descripción	Nº de veces	Área (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	γ (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	Brazo (m)	Momento (t-m)
EV	Peso de relleno	1	2.12	1.00	1.80	3.82	1.531	-5.85
LS	Sobrecarga/terreno	1		1.00	1.80	1.10	1.490	-1.64
DC	Muro	1	3.04	1.00	2.40	7.30	0.867	-6.33

### ESTADO LÍMITE DE SERVICIO I

### RESUMEN DE FUERZAS ESTABILIZADORAS

Tipo de carga	Peso parcial (t)	Momento parcial (t-m)	Factores de carga	Peso final "Fv" (t)	Momento Final (t-m)
EV	3.82	5.85	1.00	3.82	5.85
LS	1.10	1.64	1.00	1.10	1.64
DC	7.30	6.33	1.00	7.30	6.33
DW	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

<b>Total</b>	<b>12.22</b>	<b>13.82</b>
--------------	--------------	--------------

## RESUMEN DE FUERZAS DESESTABILIZADORAS

Tipo de carga	Empuje parcial (t)	Momento parcial (t-m)	Factores de carga	Peso final "Fv" (t)	Momento Final (t-m)
<b>Ea</b>	0.06	0.01	1.00	0.06	0.01
<b>LS</b>	1.10	1.54	1.00	1.10	1.54
<b>Es</b>	0.15	0.02	1.00	0.15	0.02

<b>Total</b>	<b>12.22</b>	<b>13.82</b>
--------------	--------------	--------------

### VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL VOLTEO O EXCENRICIDAD

M estable = 12.18 t-m

$X_0 = 0.95$  m

M volteo = 1.58 t-m

$e = 0.05$  m

Carga vertical = 11.11 t

$e_{\text{máx.}} = 0.50$  m

**ok!**

### VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO

$\phi t = 1.00$

**Rt = 6.89 t**

**ok!**

Carga vertical = 11.11 t

F horizontal = 1.31 t

### VERIFICACIÓN DE PRESIONES EN LA PARTE INFERIOR DEL MURO TIPO

#### PIRCA

Propiedades de la cimentación:

Inercia: 0.67 m<sup>4</sup>

$X_g = 1.00$  m

Muro pirca apoyado en = suelo/roca

Carga vertical = 12.22 t

$X_0 = 1.00$  m

$e = 0.00$  m

$b/6 = 0.33$  m

$q_1 = 0.6 \text{ Kg / cm}^2$
$q_2 = 0.6 \text{ Kg / cm}^2$

## ESTADO LÍMITE DE SERVICIO I-a RESUMEN

### DE FUERZAS ESTABILIZADORAS

Tipo de carga	Peso parcial (t)	Momento parcial (t-m)	Factores de carga	Peso final "Fv" (t)	Momento Final (t-m)
<b>EV</b>	3.82	5.85	1.00	3.82	5.85
<b>LS</b>	1.10	1.64	1.00	1.93	2.87
<b>DC</b>	7.30	6.33	1.00	6.57	5.70
<b>DW</b>	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

<b>Total</b>	<b>12.31</b>	<b>14.41</b>
--------------	--------------	--------------

### RESUMEN DE FUERZAS DESESTABILIZADORAS

Tipo de carga	Empuje parcial (t)	Momento parcial (t-m)	Factores de carga	Peso final "Fv" (t)	Momento Final (t-m)
<b>Ea</b>	0.06	0.01	1.00	0.06	0.01
<b>LS</b>	1.10	1.54	1.00	1.10	1.54
<b>Es</b>	0.15	0.02	1.00	0.15	0.02

<b>Total</b>	<b>12.22</b>	<b>13.82</b>
--------------	--------------	--------------

### VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL VOLTEO O EXCENTRICIDAD

M estable = 11.54 t-m

$X_0 = 0.85$  m

M volteo = 2.73 t-m

$e = 0.15$  m

Carga vertical = 10.39 t

$e_{\text{máx.}} = 0.50$  m

**ok!**

## VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO

$$\phi t = 0.85$$

$$Rt = 5.47 \text{ t}$$

ok!

$$\text{Carga vertical} = 10.39 \text{ t}$$

$$F \text{ horizontal} = 2.10 \text{ t}$$

## VERIFICACIÓN DE PRESIONES EN LA PARTE INFERIOR DEL MURO TIPO

### PIRCA

Propiedades de la cimentación:

$$\text{Inercia: } 0.67 \text{ m}^4$$

$$Xg = 1.00 \text{ m}$$

Muro pirca apoyado en = suelo/roca

$$\text{Carga vertical} = 12.31 \text{ t}$$

$$X_0 = 0.95 \text{ m}$$

$$e = 0.05 \text{ m}$$

$$b/6 = 0.33 \text{ m}$$

$$Q_1 = 0.6 \text{ Kg / cm}^2$$

$$Q_2 = 0.6 \text{ Kg / cm}^2$$

## ESTADO LÍMITE DE SERVICIO I-b

### RESUMEN DE FUERZAS ESTABILIZADORAS

Tipo de carga	Peso parcial (t)	Momento parcial (t-m)	Factores de carga	Peso final "Fv" (t)	Momento Final (t-m)
EV	3.82	5.85	1.35	5.16	7.89
LS	7.30	6.33	1.75	12.77	11.07
DC	7.30	6.33	1.25	9.12	7.91
DW	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00

<b>Total</b>	<b>27.04</b>	<b>26.88</b>
--------------	--------------	--------------

## RESUMEN DE FUERZAS DESESTABILIZADORAS

Tipo de carga	Empuje parcial (t)	Momento parcial (t-m)	Factores de carga	Peso final "Fv" (t)	Momento Final (t-m)
<b>Ea</b>	0.06	0.01	1.50	0.09	0.02
<b>LS</b>	1.10	1.54	1.75	1.93	2.70
<b>Es</b>	0.15	0.02	1.50	0.22	0.04

<b>Total</b>	<b>2.24</b>	<b>2.75</b>
--------------	-------------	-------------

### VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL VOLTEO O EXCENRICIDAD

M estable = 15.80 t-m

$X_0 = 0.91$  m

M volteo = 2.75 t-m

$e = 0.09$  m

Carga vertical = 14.28 t

$e_{\text{máx.}} = 0.50$  m

**ok!**

### VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO

$\phi t = 0.85$

**Rt = 7.52 t**

**ok!**

Carga vertical = 14.28 t

F horizontal = 2.24 t

### VERIFICACIÓN DE PRESIONES EN LA PARTE INFERIOR DEL MURO TIPO PIRCA

Propiedades de la cimentación:

Inercia: 0.67 m<sup>4</sup>

$X_g = 1.00$  m

Muro pirca apoyado en = suelo/roca

Carga vertical = 27.04 t

$X_0 = 0.89$  m

$e = 0.11$  m

$b/6 = 0.33$  m

$q_1 = 0.6$ Kg / cm <sup>2</sup>
$q_2 = 0.6$ Kg / cm <sup>2</sup>

#### **ETAPA 4: Modelación numérico de pircas en elementos finitos.**

##### **Estimación de empujes y fuerzas inerciales sobre las pircas**

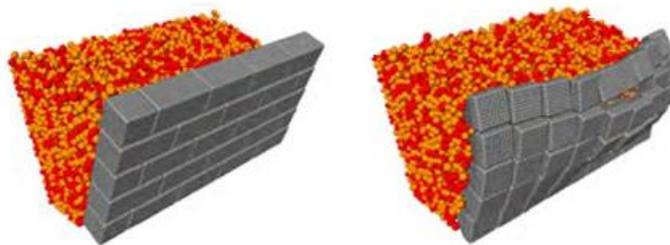
Las cargas fuera del plano que actúan sobre el muro de piedra se considerarán de tres tipos:

- El empuje de la masilla en las condiciones de uso.
- Amplificación de terremotos en vertederos.
- La fuerza de inercia sísmica del muro.

Los dos primeros casos se deben al acolchado. El empuje en condiciones de servicio (S1) se calculará de acuerdo con la teoría de Coulomb. La amplificación de empuje (S2) causada por el terremoto se calculará de acuerdo con Mononobe-Okabe. La fuerza de inercia sísmica de pirca (S3) se estimará con base en Saragoni.

Se considerarán dos situaciones de llenado: llenado activo de toda la altura y llenado activo de la mitad superior de la altura. Esto se debe a que hay un material autoportante en la parte inferior del relleno, por lo que no hay presión sobre la pared de piedra Pilka en la parte inferior del relleno. Cabe mencionar que debido a limitaciones numéricas, el cálculo del empuje en condiciones sísmicas estará asociado a un PGA máximo de 0.33g (en terreno plano).

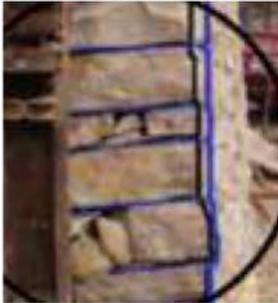
**Figura 19** Bloque rectangular (izquierda) y tipo cuña (derecha)



Las propiedades mecánicas de la junta que se considerarán en el modelo serán la rigidez normal de la junta  $K_s$ , la rigidez a cortante  $K_0$ , el ángulo de fricción  $\phi$  y la cohesión  $c$ . La resistencia a la tracción  $T$  no considera la practicidad. Bloque lateral (Tener los mismos atributos de unión que el bloque) para garantizar que el desplazamiento se concentre en la dirección fuera del plano.

El bloque del modelo numérico que representa la roca tiene una forma prismática regular y un tamaño uniforme. Las piedras reales varían en tamaño y tienen forma de medio ángulo. Todavía existe una brecha entre el modelo numérico y el actual. Si considera que, debido a los diversos estilos en la práctica arquitectónica, el tamaño y la forma del bloque pueden variar de una piedra a otra, es aún mayor. Sin embargo, en este estudio, se asumirá que estos bloques y sus propiedades mecánicas en las juntas pueden representar el mecanismo de acción real entre los bloques.

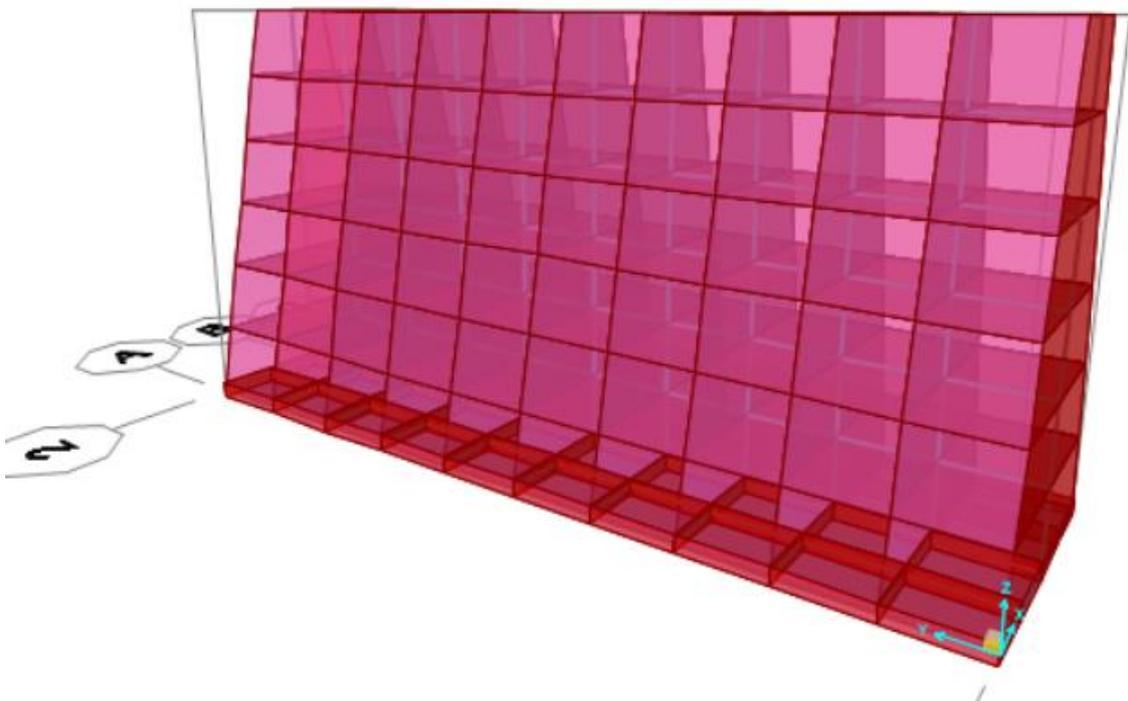
**Figura 20** Sistema DSRW vs Pirca

<div style="text-align: center;">Tipo de muro</div> <div style="text-align: center;">Características de juntas</div>	<div style="text-align: center;">DSRW</div> 	<div style="text-align: center;">Pircas</div> 
<b>Mecanismos físicos de juntas:</b>	Fricción	Fricción + Trabazón
<b>Propiedades mecánicas de juntas en el modelo numérico:</b>	Ángulo de fricción ( $\phi$ )	Ángulo de fricción ( $\phi$ ) + Cohesión ( $c$ )

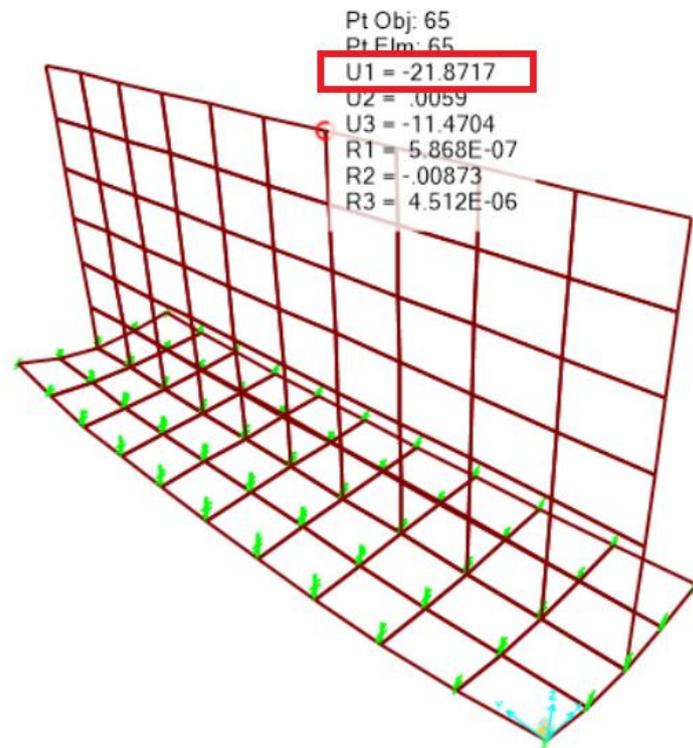
## Caracterización de las pircas

De acuerdo con este método, se describe el proceso de construcción y las pruebas realizadas en las rocas de pircas. Si no se ha nivelado, realice un corte en pendiente. Luego, cava una pequeña zanja de 0,20 metros de profundidad, cuanto más alta sea la piedra, más grande debe ser la zanja. Luego coloque las hileras de piedras paralelas al relleno. Los bloques se ensamblan o "tejen" de modo que las caras se enfrenten entre sí y formen un mecanismo de enclavamiento.

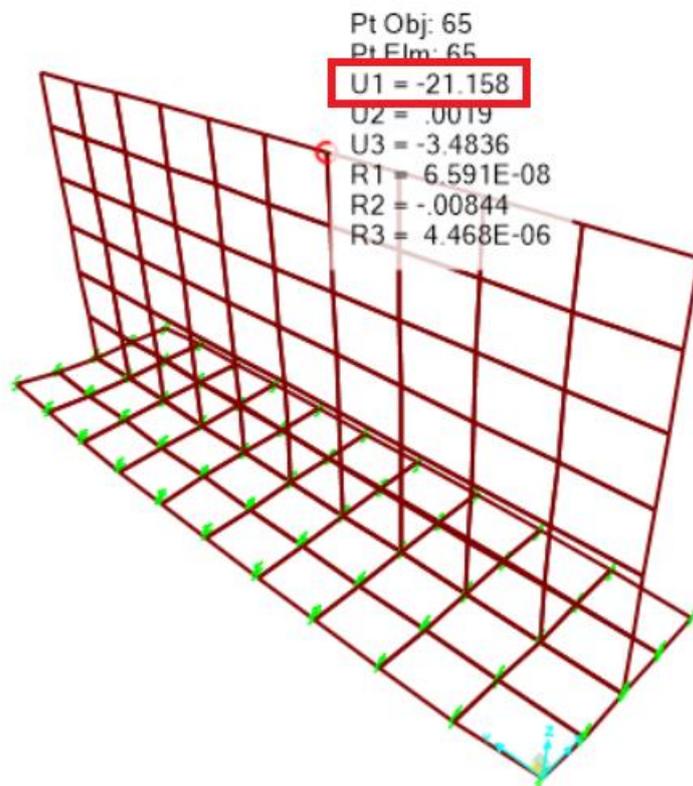
**Figura 21** Modelamiento con el software SAP 2000



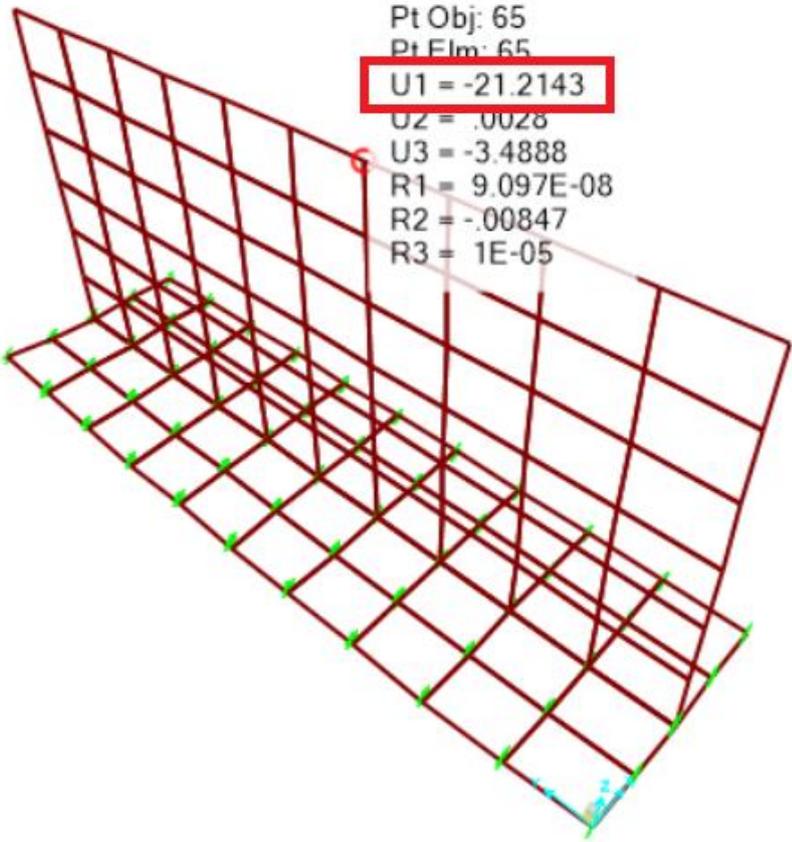
**Figura 22** Desplazamiento lateral de muro pirca sin refuerzo



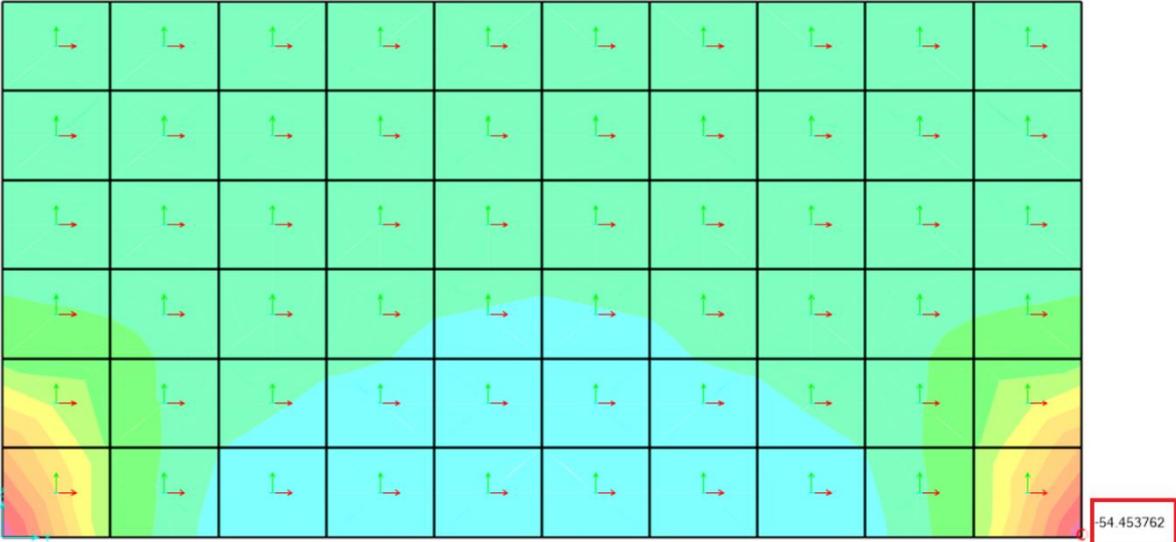
**Figura 23** Desplazamiento lateral de muro pirca con refuerzo malla electrosoldada



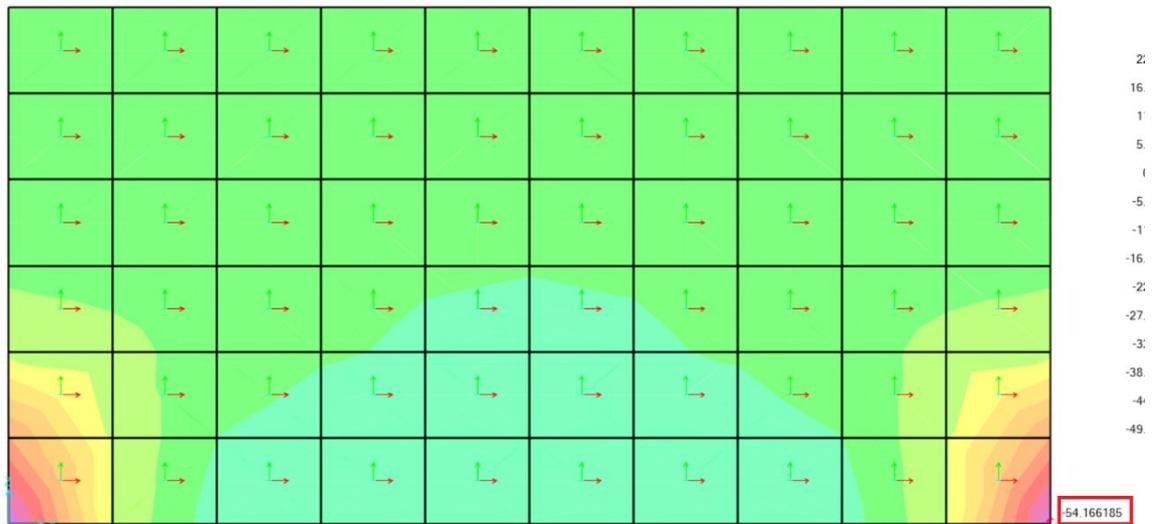
**Figura 24** Desplazamiento lateral de muro pirca con refuerzo geomalla



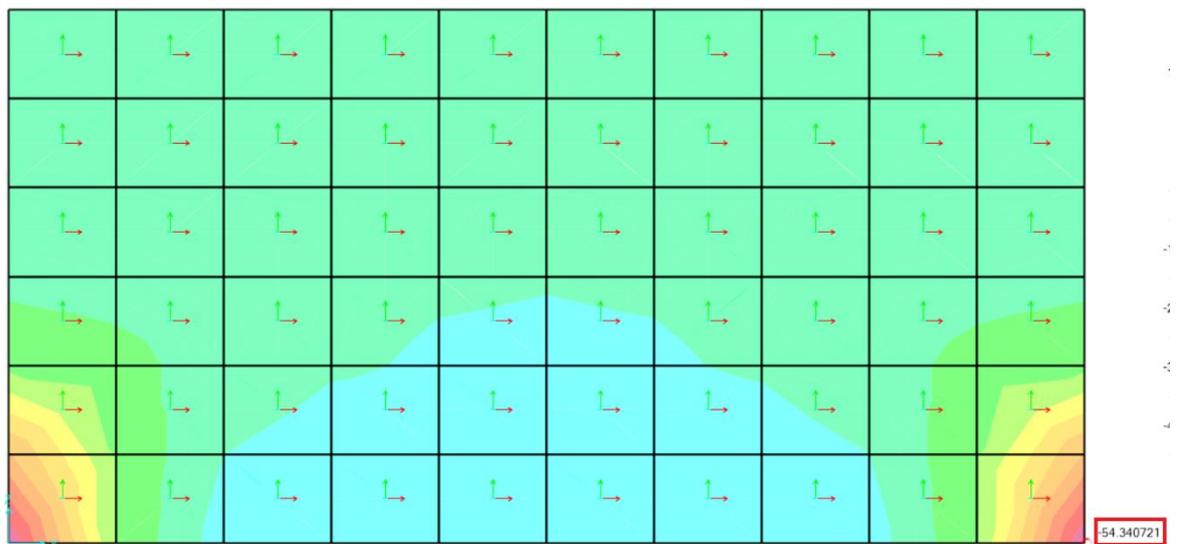
**Figura 25** Fuerza cortante muro con malla electrodoldada



**Figura 26** Fuerza cortante muro pirca sin refuerzo



**Figura 27** Fuerza cortante muro pirca con geomalla



**Indicador 1: Factor al volteo (FV)**

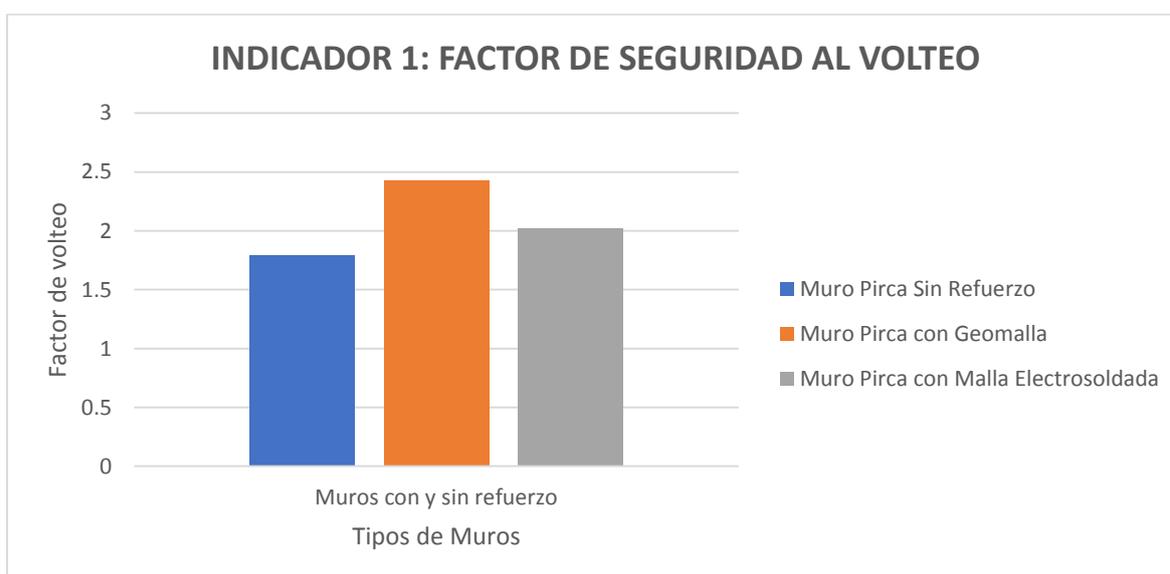
Los resultados mostrados en la Tabla 6 tienen sustento en el anexo 4, 5 y 6

**Tabla 6** Resumen de las propuestas en base al Factor de seguridad al volteo

Descripción	Factor de seguridad al Volteo
Muro Pirca sin refuerzo	1.79
Muro Pirca con Geomalla	2.43
Muro Pirca con Malla Electrosoldada	2.02

Fuente: Elaboración propia

**Figura 28** Comparación de Factores al volteo



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se puede observar que en la Figura 28 y Tabla 6 el muro pirca sin refuerzo posee un factor de seguridad al volteo de 1.79 y es superior al 1.50 que exige la norma y ello se debe a que el muro es bajo. Además, se obtienen mejores factores de seguridad con los reforzamientos de la malla electrosoldada y la geomalla.

**Contrastación de hipótesis:** Se acepta la Hipótesis Especifica 1, dado que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad al volteo con un valor

de 2.02 para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.

**Indicador 2: Factor al deslizamiento (FD)**

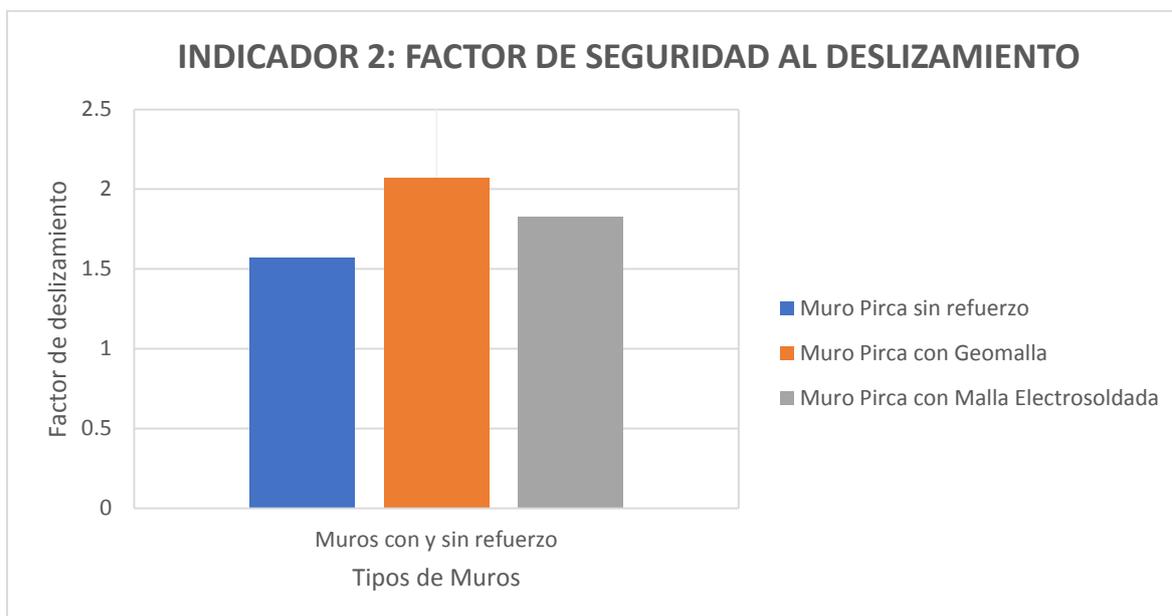
Los resultados mostrados en la Tabla 6 tienen sustento en el anexo 4, 5 y 6

**Tabla 7** Resumen de las propuestas en base al Factor de seguridad al deslizamiento

Descripción	Factor de seguridad al deslizamiento
Muro Pirca sin refuerzo	1.57
Muro Pirca con Geomalla	2.07
Muro Pirca con Malla Electrosoldada	1.83

Fuente: Elaboración propia

**Figura 29** Comparación de Factores al deslizamiento



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se puede observar que en la Figura 29 y Tabla 7 el muro pirca sin refuerzo posee un factor de seguridad al deslizamiento de 1.57 y es superior al 1.50 que exige la norma y ello se debe a que el muro es bajo. Además, se obtienen

mejores factores de seguridad con los reforzamientos de la malla electrosoldada y la geomalla.

**Contrastación de hipótesis:** Se acepta la Hipótesis Especifica 2, dado que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad al deslizamiento con un valor de 1.83 para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.

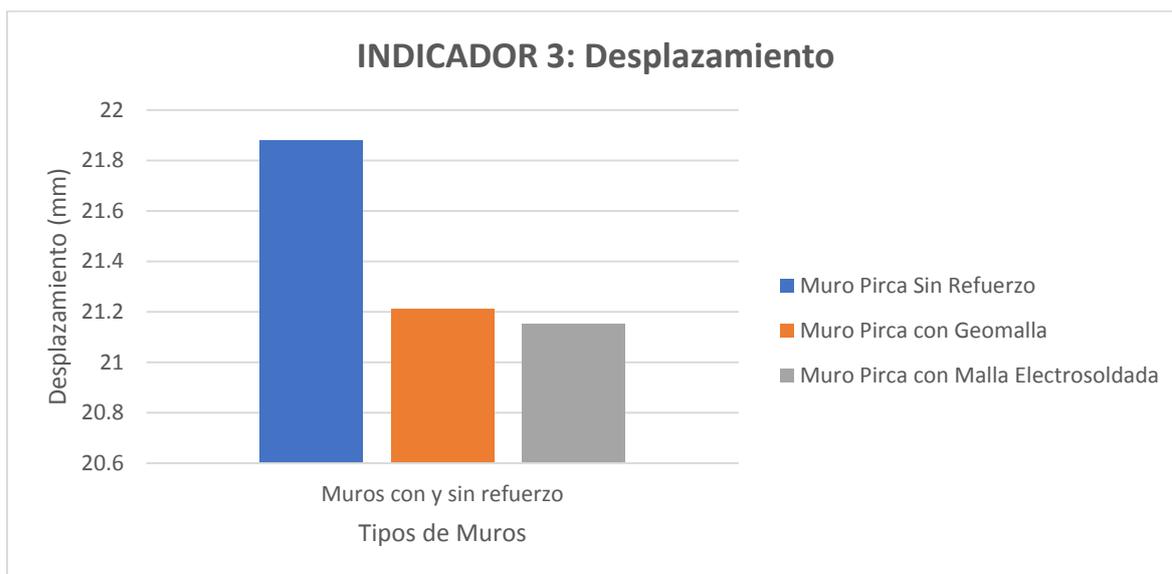
**Indicador 3: Desplazamiento**

**Tabla 8** Desplazamiento del muro pirca sin refuerzo

Descripción	Desplazamiento (mm)
Muro Pirca sin refuerzo	21.88
Muro Pirca con Geomalla	21.21
Muro Pirca con Malla Electrosoldada	21.15

Fuente: Elaboración propia

**Figura 30** Comparación del desplazamiento



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se puede observar con la Tabla 8 y Figura 30 que el muro tipo pirca sin refuerzo posee mayor desplazamiento lateral, por lo que, podría ser perjudicial en momentos críticos. Por ello, necesita de refuerzos que provean rigidez al muro.

**Contrastación de hipótesis:** Con los valores de a Figura 30 y Tabla 8. Se acepta la Hipótesis Especifica 3, dado que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente con un valor de 21.15 mm, esto se debe a la rigidez que aporta hacia la estructura, es decir, para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.

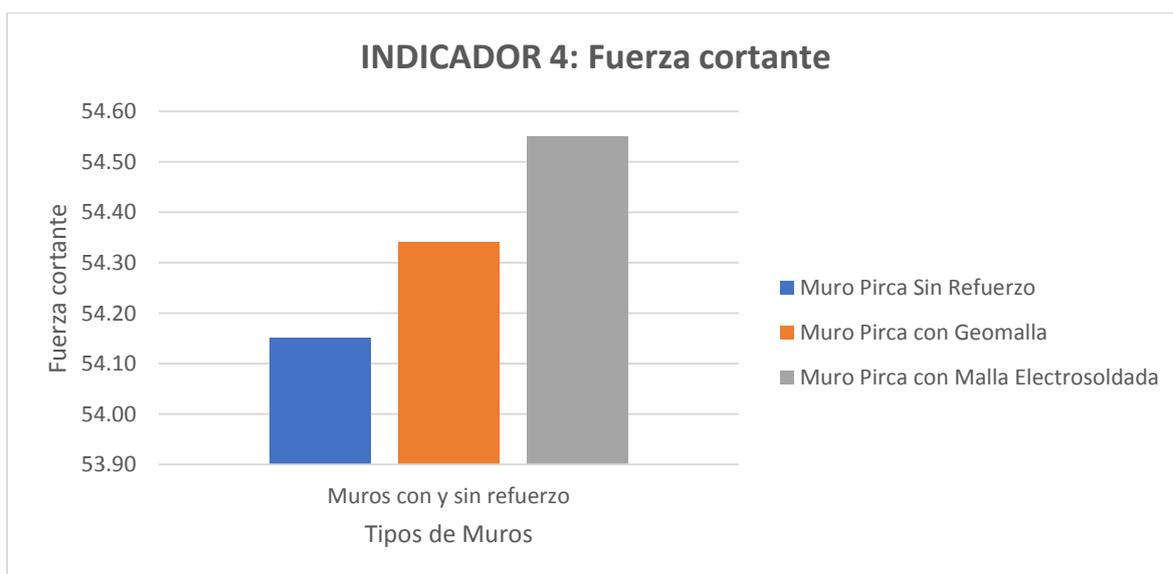
**Indicador 4: Fuerza cortante**

**Tabla 9** Comparación de fuerzas cortantes

Descripción	Fuerza Cortante (tonf)
Muro Pirca sin refuerzo	54.15
Muro Pirca con Geomalla	54.34
Muro Pirca con Malla Electrosoldada	54.55

Fuente: Elaboración propia

**Figura 31** Comparación de fuerzas cortantes



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Se observa en la Tabla 9 y Figura 31 que los valores de esfuerzos cortantes para el muro tipo pirca sin refuerzo poseen menor fuerza cortante debido a que no posee menor rigidez que los otros tipos de muro.

**Contrastación de hipótesis:** Con los valores de a Figura 31 y Tabla 9. Se acepta la Hipótesis Especifica 4, dado que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente con un valor de fuerza cortante de 54.55 tonf, siendo un valor mayor a los otros valores. Para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.

## V. DISCUSIÓN

Según Altamirano Reyna, et al (2015) en su tesis de pregrado. Llegaron a los siguientes resultados: Finalmente, determine las ventajas y desventajas que brinda la solución. El objetivo de este trabajo fue estabilizar los taludes de un terraplén mediante un método de estabilización de taludes donde se ingresan fuerzas resistentes incorporando muro de suelo reforzado tipo Terramesh. Según los resultados obtenidos en base a los factores de seguridad de volteo y desplazamiento fueron 1.70 y 1.60 con la propuesta del Terramesh.

**Resultados propios:** Según los resultados obtenidos en este trabajo de investigación los factores de seguridad al volteo y deslizamiento para el muro tipo pirca sin refuerzo alguno de 1.79 y 1.57, con el reforzamiento de la geomalla fue de 2.43 y 2.07 y con el reforzamiento de la malla electrosoldada de 2.02 y 1.83.

**Comparación:** La propuesta de este trabajo obtuvo un mejor factor de seguridad, demostrando así ser un diseño además de seguro un diseño económico.

Según Arana Fajardo, y otros (2013), en su tesis de. Llegaron a los siguientes resultados: Según los resultados obtenidos en base a los factores de seguridad de volteo y desplazamiento fueron 29.20 y 7.90 con la propuesta del Terramesh en condiciones naturales del terreno. Luego se mejoró el suelo donde paso a trabajarse con un suelo estructural los resultados obtenidos en base a los factores de seguridad de volteo y desplazamiento fueron 7.20 y 4.40 y finalmente se mejoró el suelo coluvial los resultados obtenidos en base a los factores de seguridad de volteo y desplazamiento fueron 6.70 y 3.60.

**Resultados propios:** Según los resultados obtenidos en este trabajo de investigación los factores de seguridad al volteo y deslizamiento para el muro tipo pirca sin refuerzo alguno de 1.79 y 1.57, con el reforzamiento de la geomalla fue de 2.43 y 2.07 y con el reforzamiento de la malla electrosoldada de 2.02 y 1.83.

**Comparación:** La propuesta de este trabajo obtuvo un mejor factor de seguridad, demostrando así ser un diseño además de seguro un diseño económico.

Según Castillo Paz, y otros (2018), en su tesis de pregrado. Llegaron a los siguientes resultados: Según el objetivo Formular un plan de mejora durante la construcción del muro de contención, y utilizar geotextiles para reforzar el suelo para reforzar el talud para mejorar la seguridad de los residentes en la parte baja

del talud afectado. Playa La Foundda, Cañete, Lima, ahorró tiempo, costo e impacto ambiental en el proyecto y cuyos resultados fueron en base a los factores de seguridad de volteo y desplazamiento fueron 2.67 y 1.51. La fuerza cortante obtenida fue de 876.24 kN (89.3516 tonf)

**Resultados propios:** Según los resultados obtenidos en este trabajo de investigación los factores de seguridad al volteo y deslizamiento para el muro tipo pirca sin refuerzo alguno de 1.79 y 1.57, con el reforzamiento de la geomalla fue de 2.43 y 2.07 y con el reforzamiento de la malla electrosoldada de 2.02 y 1.83. Además, las fuerzas cortantes fueron para el muro sin reforzar de 54.15 tonf, con el reforzamiento de geomalla de 54.34 y con la malla electrosoldada de 54.55.

**Comparación:** La propuesta de este trabajo obtuvo un mejor factor de seguridad, demostrando así ser un diseño además de seguro un diseño económico. También válido para las comparaciones entre las fuerzas cortantes.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Según la Tabla 6 y Figura 28 se concluye que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad al volteo con un valor de 2.02 en comparación del muro sin reforzar que obtuvo un valor de 1.79 para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.
- Según la Tabla 7 y Figura 29 se concluye que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad al deslizamiento con un valor de 1.83 frente al 1.57 del muro pirca sin reforzar en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021.
- Según la Tabla 8 y Figura 30 se concluye que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente con un valor de 21.15 mm frente a los 21.88 mm del muro sin reforzar esto se debe a la rigidez que aporta hacia la estructura, es decir, para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos.
- Según la Tabla 9 y Figura 31 se concluye que los resultados son favorables y que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente con un valor de fuerza cortante de 54.55 tonf frente a los 54.15 del muro sin refuerzo, siendo un valor mayor a los otros valores. Para el muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que los análisis pueden efectuarse a nivel de experimentos en los laboratorios, pero hoy en día pueden contar con la ayuda de varios softwares profesionales; ya que, siempre cuentan con una licencia educativa, asimismo con la normativa vigente.
- Se recomienda que para el cálculo que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada debe verificar la estabilidad del muro haciendo uso del factor de seguridad al volteo.
- Se recomienda que para el cálculo que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada debe verificar la estabilidad del muro haciendo uso del factor de seguridad al deslizamiento.
- Se recomienda que para el cálculo que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada debe verificar la rigidez del muro revisando los desplazamientos laterales.
- Se recomienda que para el cálculo que el sistema de reforzamiento con malla electrosoldada debe verificar la rigidez del muro revisando las fuerzas cortantes; ya que, un factor determinante para este tipo de muros.

## Referencias

**Aceros Arequipa. 2015.** *Manual del Maestro Constructor*. Lima, Perú : s.n., 2015.

**Altamirano Reyna, Greta Lucia y Rivas Vera, Jaime Jonathan. 2015.** *PROPUESTA DE REMEDIACIÓN GEOTECNICA DE UN TALUD INCORPORANDO UN MURO DE SUELO REFORZADO CON EL SISTEMA TERRAMESH PARA EL PROYECTO DE LA CARRETERA MATARANI – EL ARENAL*. s.l. : Repositorio URP, 2015.

*Análisis del comportamiento a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas.* **Solis, M, y otros. 2015.** 539, España : Informes de construcción, 2015, Vol. 67.

*Análisis del comportamiento a flexión de muros de adobe reforzados con geomallas. Informes de la Construcción.* **Sólis, M, y otros. 2015.** s.l. : Informes de la Construcción, 2015, Vol. 67 (539).

**Arana Fajardo, Luis Hernan y Quispe Cucho, Fredy Alberto. 2013.** *Muro de suelo reforzado con Terramesh System aplicado al proyecto "Chancadora primaria" (Tesis de pregrado)*. s.l. : Repositorio UPC, 2013.

**Borja Suarez, Manuel. 2012.** *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú : s.n., 2012.

**Castillo Paz, Yonnathan Neister y Nieves Silva, Jhovani Patricio. 2018.** *"PROPUESTA DE PROCESO CONSTRUCTIVO DE TIERRA ARMADA CON GEOTEXTILES EN MUROS DE CONTENCIÓN PARA ESTABILIZACION DE TALUDES EN PLAYA LA ENCONTRADA – CAÑETE 2016"*. s.l. : Repositorio UPN, 2018.

**Comité ACI 318. 2015.** Requisitos del Reglamento para Concreto estructural (ACI 318S-14) y Comentario (ACI 318SR-14). *Civil-Share*. [En línea] 14 de Abril de 2015. [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf).

**Comité de la Norma E.070. 2006.** *Albañilería*. Lima, Perú : s.n., 2006.

**Comite de la Norma Técnica E 020. 2006.** *Norma Técnica de edificación E. 020 Cargas*. Lima, Perú : s.n., 2006.

**Comité Técnico especializado E.60. 2009.** Norma E.060 Concreto Armado. *Ministerio de Vivienda.* [En línea] 2009. [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf).

*Estudio de la respuesta estática y sísmica de un muro de suelo reforzado con geomalla como estribo de puente en Concepción.* **Gonzalez , Maribell, y otros. 2018.** 41-52, s.l. : Obras y Proyectos, 2018, Vol. 24.

**Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** *Metodología de la investigación (6ta Edición).* México D.F. : Mac Graw Hil Education, 2014.

**INEI. 2020.** Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020. *Instituto Nacional de Estadística e Informática.* [En línea] 2020. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf).

**Loayza León, José Luis y Chavez Porras, Roberto Fidel. 2015.** Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles (Tesis de pregrado). *Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP.* [En línea] 2015. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6106>.

**MESA MAZO, JOHN JAIME. 2018.** REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA MALLA ELECTROSOLDADA COMO REFUERZO PRINCIPAL EN MUROS ESTRUCTURALES DELGADOS DE CONCRETO REFORZADO. *Repositorio digital de la Universidad de Antioquia .* [En línea] 2018. [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/12233/1/MesaJohn\\_2018\\_Co mportamientoSismicoMalla.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/12233/1/MesaJohn_2018_Co mportamientoSismicoMalla.pdf).

*Métodos de reforzamiento en edificios de concreto armado.* **Oviedo Sarmiento, Ricardo Ramón. 2015.** 2015, Universidad Nacional de Ingeniería.

**Morales Morales, Roberto. 2014.** *Diseño de Concreto Armado.* Lima : Fondo Editorial ICG, 2014.

**Muñoz Pelaez, Alejandro. 1999.** *Ingeniería Sismorresistente* . Lima- Perú : Pucp, 1999.

**2018.** Ondas Sísmicas. *Cultura Científica*. [En línea] 20 de Noviembre de 2018. <http://yariylaciencia.blogspot.com/2018/11/>.

**Otazzi Pasino, Gianfranco. 2017.** *Apuntes del Curso de Anàlisis Estructural I*. Lima, Perú : Fondo Editorial PUCP, 2017.

**Park, R. y Paulay, T. 2017.** *Estructuras de Concreto Reforzado*. Ciudad de México : Editorial Limusa, 2017.

**Paulay, T. y Priestley , M. J. 1991.** Seismic Desing of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. *Scrib*. [En línea] Marzo de 1991. <https://es.scribd.com/doc/15100180/Seismic-Design-of-Reinforced-Concrete-and-Masonry-Buildings-T-paulay-M-priestley-1992>.

**Piqué del Pozo, Javier. 2014.** Análisis Sísmico de Edificios. s.l. : UNI, 2014.

**Villarreal Castro, Genner. 2020.** Predimensionamiento de Elementos Estructurales. *Book Civil*. [En línea] 2020. <https://bookcivil.com/estructuras/predimensionamiento-de-elementos-estructurales/>.

**Villegas González, César Miguel. 2011.** *Diseño de un edificio de seis pisos con muros de concreto armado (Tesis de Pregado)*. Lima, Perú : Pucp, 2011.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: “**Sistemas de reforzamiento** para **la estabilidad de muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas**, A.H, San Genaro, Chorrillos 2021”

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la estabilidad del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021?</p>	<p><b>Objetivo general :</b></p> <p><b>Determinar</b> en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la estabilidad del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021</p>	<p><b>Hipótesis general :</b></p> <p>El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en la estabilidad del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021</p>	<p><b>VI : SISTEMAS DE REFORZAMIENTO</b></p>	<p><b>D1 :</b> SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON MALLA ELECTROSOLDADA</p>	<p><b>Indicador 1 :</b> Tipo de malla electrosoldada</p> <p><b>Indicador 2:</b> Características técnicas (esfuerzo de fluencia)</p>
				<p><b>D2:</b> SISTEMA DE REFORZAMIENTO CON GEOMALLA</p>	<p><b>Indicador 1 :</b> Tipo de geomalla</p> <p><b>Indicador 2:</b> Características técnicas (esfuerzo de fluencia)</p>
<p><b>PE1:</b> ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en <b>el factor de seguridad al volteo</b> del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas,</p>	<p><b>OE1:</b> Calcular en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en <b>el factor de seguridad al volteo</b> del muro tipo pirca en viviendas</p>	<p><b>HE1:</b> El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en <b>el factor de seguridad al volteo</b> del muro tipo pirca en viviendas</p>			<p><b>Indicador 1:</b> Factor de seguridad al Volteo (FSV)</p>

A.H San Genaro, Chorrillos, 2021?	autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021	autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021	<b>VD: ESTABILIDAD DE MURO TIPO PIRCA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS</b>	<b>D1:</b> Estabilidad estática del muro tipo pirca	
<b>PE2:</b> ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el factor de seguridad de deslizamiento del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021?	<b>OE2:</b> Determinar en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el factor de seguridad de deslizamiento del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021	<b>HE2:</b> El sistema de reforzamiento con mallanelectrosoldada influye positivamente en el factor de seguridad de deslizamiento del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021			<b>Indicador 2:</b> Factor de Seguridad de deslizamiento (FSD)
<b>PE3:</b> ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el desplazamiento lateral del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021?	<b>OE3:</b> Mencionar en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en el desplazamiento lateral del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021	<b>HE3:</b> El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en el desplazamiento lateral del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021		<b>D2:</b> Parámetros estructurales de estabilidad	<b>Indicador 1:</b> Desplazamiento horizontal (mm)
<b>PE4:</b> ¿En qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la resistencia al corte del muro tipo	<b>OE4:</b> determinar en qué medida los sistemas de reforzamiento influyen en la resistencia al corte del	<b>HE4:</b> El sistema de reforzamiento con malla electrosoldada influye positivamente en la resistencia		<b>Indicador 2:</b> Resistencia al corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	

pirca en viviendas autoconstruidas, A.H, San Genaro, Chorrillos, 2021?	muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos, 2021	al corte del muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H San Genaro, Chorrillos			
--	--	---	--	--	--

**Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables**

**Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b> Sistemas de reforzamiento</p>	<p>Según Ariza (2020):“Entre los tipos de refuerzo estructural, el tipo integral se refiere al método de refuerzo de la estructura según el procedimiento en poco tiempo, en comparación con el refuerzo progresivo. Este tipo de procedimiento debe probarse con anticipación para garantizar que la estructura mejorada</p>	<p>Se medirá a través de un ensayo experimental y también se usará softwares computacionales para poder extraer la información necesaria de la estructura. Asimismo se realizará el análisis respetando las consideraciones del reglamento nacional de edificaciones.</p>	<p>sistema de reforzamiento con malla electrosoldada</p>	<p>Tipo de malla electrosoldada</p>
				<p>Características técnicas (esfuerzo de fluencia)</p>
			<p>sistema de reforzamiento con geomalla</p>	<p>Tipo de geomalla</p>
			<p>sistema de reforzamiento con geomalla</p>	<p>Características técnicas (esfuerzo de fluencia)</p>

	resista las tensiones que soportará la estructura.			
<b>Variable dependiente:</b> Estabilidad de muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas	Según Ballón y Echenique (2021): Es necesario garantizar la resistencia y estabilidad del muro, para ello se debe realizarlas verificaciones por volteo, deslizamiento y capacidad de carga	Se medirá a través de los factores de seguridad al volteo, factor de seguridad de deslizamiento, desplazamiento horizontal y resistencia al corte. Además, se seguirá los lineamientos de la normativa vigente.	Estabilidad estática del muro tipo pirca	Factor de seguridad al Volteo (FSV)
				Factor de Seguridad de deslizamiento (FSD)
			Parámetros estructurales de estabilidad	Desplazamiento horizontal (mm)
				Resistencia al corte (Kg/cm <sup>2</sup> )

## Anexo 4: Estabilización de muro pirca sin refuerzo

### DATOS DEL SUELO DE RELLENO

Peso específico	$\gamma_1 := 1.85 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Cohesión	$c'_1 := 0.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Ángulo de fricción	$\phi'_1 := 32.00^\circ$
Ángulo de inclinación	$\alpha := 0.00^\circ$

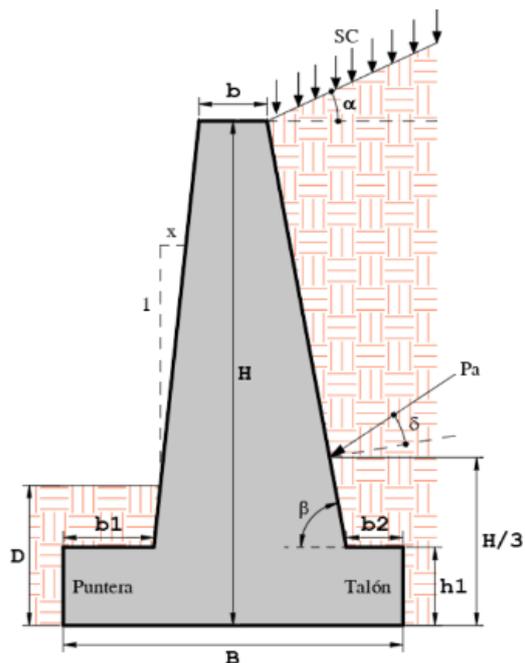
### DATOS DEL SUELO DE LA BASE

Peso específico	$\gamma_2 := 1.80 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Cohesión	$c'_2 := 0.30 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Capacidad de carga	$\sigma_u := 2.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Ángulo de fricción	$\phi'_2 := 24.00^\circ$

### DATOS DEL MURO

Peso específico del muro	$\gamma_{\text{muro}} := 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Sobrecarga	$S_c := 750 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Altura total	$H := 2.50 \text{ m}$
Profundidad de desplante	$D := 0.00 \text{ m}$

### PREDIMENSIONAMIENTO:



Donde:

- $b$  : Ancho de corona
- $b_1$  : Longitud de puntera
- $b_2$  : Longitud de talón
- $B$  : Ancho total del muro
- $h_1$  : Peralte de zapata
- $P_a$  : fuerza de empuje activo

Valores adoptados:

- $b := 0.4 \text{ m}$
- $b_1 := 0.1 \text{ m}$
- $b_2 := 0.1 \text{ m}$
- $B := 1.0 \text{ m}$
- $h_1 := 0.10 \text{ m}$

## FUERZAS DE EMPUJE LATERAL EN EL MURO:

### Empuje activo: teoría de Coulomb

$$\delta = 21.00^\circ$$

$$K_a := \frac{\sin(\beta + \phi'_1)^2}{\sin(\beta)^2 \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_1 + \delta) \cdot \sin(\phi'_1 - \alpha)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}}\right)^2} = 0.342$$

$$H' := H + (t_2 + b_2) \cdot \tan(\alpha) = 2.50 \text{ m}$$

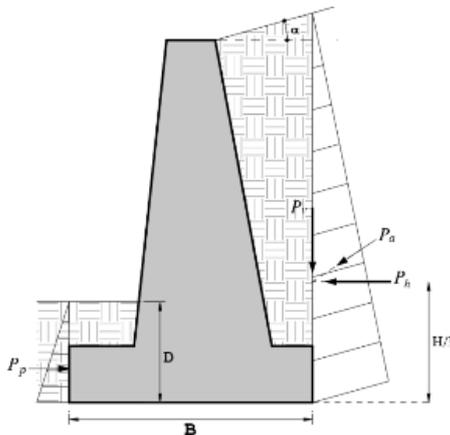
$$P_a := \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_1 \cdot H'^2 = 1974.92 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

### Empuje pasivo: teoría de Rankine

$$K_p := \tan\left(45^\circ + \frac{\phi'_1}{2}\right)^2 = 3.255$$

$$P_p := \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma_2 \cdot D^2 + 2 \cdot c'_2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot D = 0.00 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

### Fuerzas debido a la sobrecarga v empuje activo



Fuerza horizontal por la sobrecarga:

$$P_{SC} := K_a \cdot H \cdot Sc \cdot \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \alpha)}\right) = 0.64 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Componente vertical:

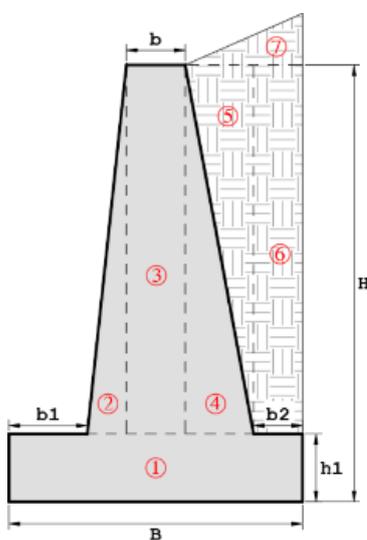
$$P_v := P_a \cdot \sin(90^\circ - \beta + \delta) = 0.97 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Componente horizontal:

$$P_h := P_a \cdot \cos(90^\circ - \beta + \delta) = 1.72 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

## VERIFICACIÓN POR VOLTEO:

### Momento resistente del muro



$$Peso = \begin{bmatrix} 0.23 \\ 0.55 \\ 2.21 \\ 0.83 \\ 0.67 \\ 0.44 \\ 0.00 \end{bmatrix} \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad x = \begin{bmatrix} 0.50 \\ 0.23 \\ 0.50 \\ 0.80 \\ 0.90 \\ 0.95 \\ 0.97 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$\Sigma M_R := \left\| \begin{array}{l} \text{for } i \in 1 \dots \text{last}(Peso) \\ M_i \leftarrow Peso_i \cdot x_i \\ \Sigma M + P_v \cdot B \end{array} \right\|$$

$$\Sigma M_R = 4.00 \text{ tonnef}$$

### Momento de volcamiento

Es generado por las fuerzas de empuje horizontal

$$\Sigma M_o := P_h \cdot \left(\frac{H'}{3}\right) + P_{SC} \cdot \left(\frac{H}{2}\right) \quad \Sigma M_o = 2.23 \text{ tonnef}$$

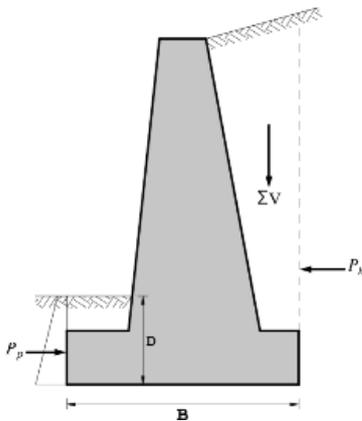
### Verificación del factor de seguridad por volteo

$$FS_v := \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_o} = 1.79$$

*Volteo = "Redimensionar el muro"*

### VERIFICACIÓN POR

$P_{pasivo} := \text{"no"}$



Fuerza horizontal resistente:

$$\Sigma V := \Sigma \text{Peso} + P_v$$

$$\Sigma F_R := \Sigma V \cdot \tan(\delta') + B \cdot c'_a + P_p = 3.69 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

Fuerza horizontal de empuje:

$$\Sigma F_d := P_h + P_{SC} = 2.36 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

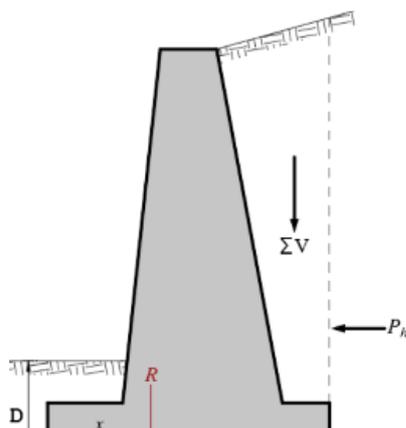
### Verificación del factor de seguridad por deslizamiento

$$FS_d := \frac{\Sigma F_R}{\Sigma F_d} = 1.57$$

Deslizamiento :=  $\left\{ \begin{array}{l} \text{if } FS_d > 1.5 \wedge FS_d < 2.1 \\ \text{"Correcto"} \\ \text{else} \\ \text{"Redimensionar el muro"} \end{array} \right\}$

*Deslizamiento = "Correcto"*

### VERIFICACIÓN POR CAPACIDAD DE CARGA:



Posición de la resultante

$$R := \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_o}{\Sigma V} = 0.30 \text{ m}$$

Excentricidad respecto a la

$$e := \frac{B}{2} - R = 0.20 \text{ m}$$

$\text{if} \left( e < \frac{B}{6}, \text{"Ok"}, \text{"Corregir"} \right) = \text{"Corregir"}$

Presiones en el terreno

## Anexo 5: Estabilización de muro pirca con refuerzo de electrosoldada

### DATOS DEL SUELO DE RELLENO

Peso específico	$\gamma_1 := 1.85 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Cohesión	$c'_1 := 0.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Ángulo de fricción	$\phi'_1 := 32.00^\circ$
Ángulo de inclinación	$\alpha := 0.00^\circ$

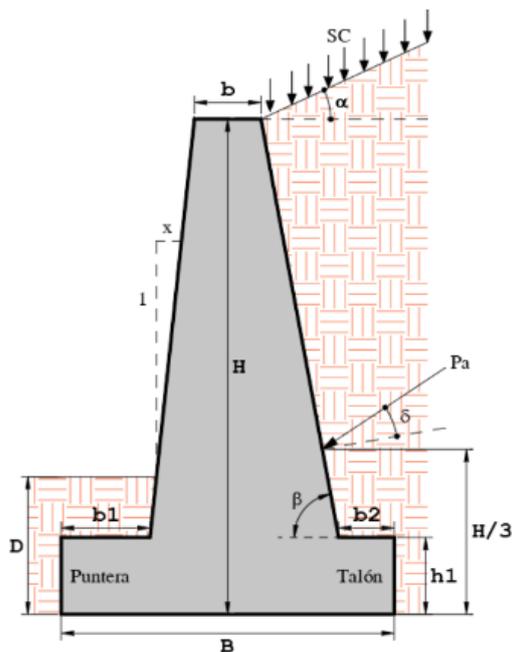
### DATOS DEL SUELO DE LA BASE

Peso específico	$\gamma_2 := 1.80 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Cohesión	$c'_2 := 0.30 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Capacidad de carga	$\sigma_u := 2.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Ángulo de fricción	$\phi'_2 := 24.00^\circ$

### DATOS DEL MURO

Peso específico del muro	$\gamma_{\text{muro}} := 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Sobrecarga	$Sc := 750 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Altura total	$H := 2.50 \text{ m}$
Profundidad de desplante	$D := 0.00 \text{ m}$

### PREDIMENSIONAMIENTO:



Donde:

- $b$  : Ancho de corona
- $b1$  : Longitud de puntera
- $b2$  : Longitud de talón
- $B$  : Ancho total del muro
- $h1$  : Peralte de zapata
- $Pa$  : fuerza de empuje activo

Valores adoptados:

- $b := 0.40 \text{ m}$
- $b1 := 0.1 \text{ m}$
- $b2 := 0.1 \text{ m}$
- $B := 1.30 \text{ m}$
- $h1 := 0.10 \text{ m}$

## FUERZAS DE EMPUJE LATERAL EN EL MURO:

Empuje activo: teoría de Coulomb

$$\delta = 21.00^\circ$$

$$K_a := \frac{\sin(\beta + \phi'_1)^2}{\sin(\beta)^2 \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_1 + \delta) \cdot \sin(\phi'_1 - \alpha)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}}\right)^2} = 0.342$$

$$H' := H + (t_2 + b_2) \cdot \tan(\alpha) = 2.50 \text{ m}$$

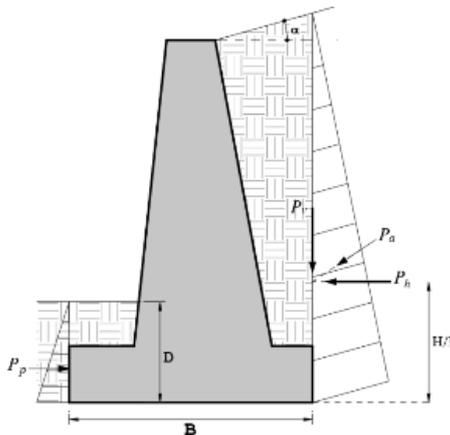
$$P_a := \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_1 \cdot H'^2 = 1974.92 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Empuje pasivo: teoría de Rankine

$$K_p := \tan\left(45^\circ + \frac{\phi'_1}{2}\right)^2 = 3.255$$

$$P_p := \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma_2 \cdot D^2 + 2 \cdot c'_2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot D = 0.00 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerzas debido a la sobrecarga y empuje activo



Fuerza horizontal por la sobrecarga:

$$P_{SC} := K_a \cdot H \cdot Sc \cdot \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \alpha)}\right) = 0.64 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Componente vertical:

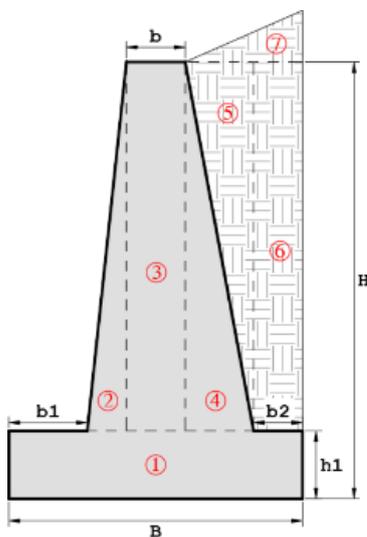
$$P_v := P_a \cdot \sin(90^\circ - \beta + \delta) = 0.97 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Componente horizontal:

$$P_h := P_a \cdot \cos(90^\circ - \beta + \delta) = 1.72 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

## VERIFICACIÓN POR VOLTEO:

Momento resistente del muro



$$Peso = \begin{bmatrix} 0.30 \\ 0.55 \\ 2.21 \\ 0.83 \\ 0.67 \\ 0.44 \\ 0.00 \end{bmatrix} \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad x = \begin{bmatrix} 0.65 \\ 0.23 \\ 0.50 \\ 0.80 \\ 0.90 \\ 1.25 \\ 0.97 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$\Sigma M_R := \left\| \begin{array}{l} \text{for } i \in 1 \dots \text{last}(Peso) \\ M_i \leftarrow Peso_i \cdot x_i \\ \Sigma M + P_v \cdot B \end{array} \right\|$$

$$\Sigma M_R = 4.51 \text{ tonnef}$$

### Momento de volcamiento

Es generado por las fuerzas de empuje horizontal

$$\Sigma M_o := P_h \cdot \left(\frac{H'}{3}\right) + P_{SC} \cdot \left(\frac{H}{2}\right) \quad \Sigma M_o = 2.23 \text{ tonnef}$$

### Verificación del factor de seguridad por volteo

$$FS_v := \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_o} = 2.02$$

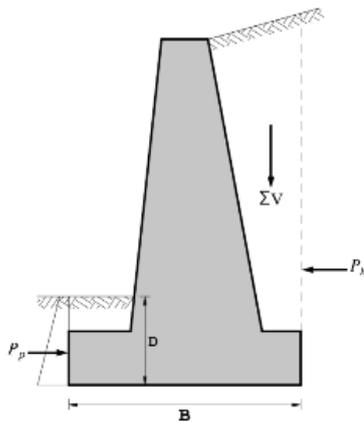
---

```
Volteo := || if FSv > 2 ∧ FSv < 3 ||  
          || "Correcto" ||  
          || else ||  
          || "Redimensionar el muro" ||
```

---

*Volteo = "Correcto"*

### VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO: $P_{pasivo} := \text{"no"}$



Fuerza horizontal resistente:

$$\Sigma V := \Sigma \text{Peso} + P_v$$

$$\Sigma F_{R'} := \Sigma V \cdot \tan(\delta') + B \cdot c'_a + P_p = 4.31 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

Fuerza horizontal de empuje:

$$\Sigma F_d := P_h + P_{SC} = 2.36 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

### Verificación del factor de seguridad por deslizamiento

$$FS_d := \frac{\Sigma F_{R'}}{\Sigma F_d} = 1.83$$

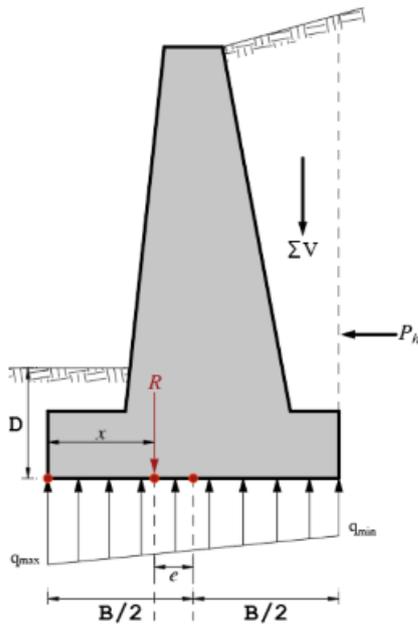
---

```
Deslizamiento := || if FSd > 1.5 ∧ FSd < 2.1 ||  
                 || "Correcto" ||  
                 || else ||  
                 || "Redimensionar el muro" ||
```

---

*Deslizamiento = "Correcto"*

## VERIFICACIÓN POR CAPACIDAD DE CARGA:



Posición de la resultante

$$R := \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_o}{\Sigma V} = 0.38 \text{ m}$$

Excentricidad respecto a la resultante

$$e := \frac{B}{2} - R = 0.27 \text{ m}$$

**if**  $\left( e < \frac{B}{6}, \text{"Ok"}, \text{"Corregir"} \right) = \text{"Corregir"}$

Presiones en el terreno

$$\sigma_{max} := \frac{\Sigma V}{B} \left( 1 + \frac{6 e}{B} \right) = 1.03 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{min} := \frac{\Sigma V}{B} \left( 1 - \frac{6 e}{B} \right) = -0.11 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

## Anexo 6: Estabilización de muro pirca con refuerzo de geomalla

### DISEÑO DE MURO DE GRAVEDAD

#### DATOS DEL SUELO DE RELLENO

$$h1 := 0.10 \text{ m}$$

Peso específico	$\gamma_1 := 1.85 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Cohesión	$c'_1 := 0.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Ángulo de fricción	$\phi'_1 := 32.00^\circ$
Ángulo de inclinación	$\alpha := 0.00^\circ$

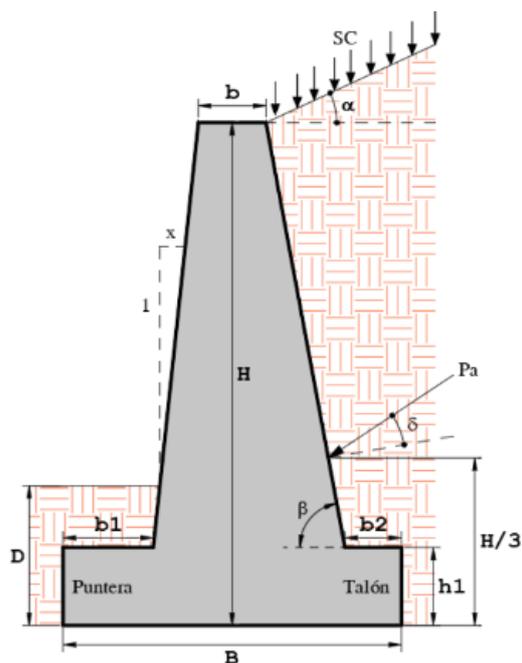
#### DATOS DEL SUELO DE LA BASE

Peso específico	$\gamma_2 := 1.80 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Cohesión	$c'_2 := 0.30 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Capacidad de carga	$\sigma_u := 2.50 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
Ángulo de fricción	$\phi'_2 := 24.00^\circ$

#### DATOS DEL MURO

Peso específico del muro	$\gamma_{\text{muro}} := 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
Sobrecarga	$Sc := 750 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$
Altura total	$H := 2.50 \text{ m}$
Profundidad de desplante	$D := 0.00 \text{ m}$

#### PREDIMENSIONAMIENTO:



Donde:

- $b$  : Ancho de corona
- $b1$  : Longitud de puntera
- $b2$  : Longitud de talón
- $B$  : Ancho total del muro
- $h1$  : Peralte de zapata
- $Pa$  : fuerza de empuje activo

Valores adoptados:

- $b := 0.5 \text{ m}$
- $b1 := 0.1 \text{ m}$
- $b2 := 0.1 \text{ m}$
- $B := 1.50 \text{ m}$

## FUERZAS DE EMPUJE LATERAL EN EL MURO:

Empuje activo: teoría de Coulomb

$$\delta = 21.00^\circ$$

$$\Sigma M_R = 5.42 \text{ tonnef}$$

$$K_a := \frac{\sin(\beta + \phi'_1)^2}{\sin(\beta)^2 \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi'_1 + \delta) \cdot \sin(\phi'_1 - \alpha)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}}\right)^2} = 0.342$$

$$H' := H + (t_2 + b_2) \cdot \tan(\alpha) = 2.50 \text{ m}$$

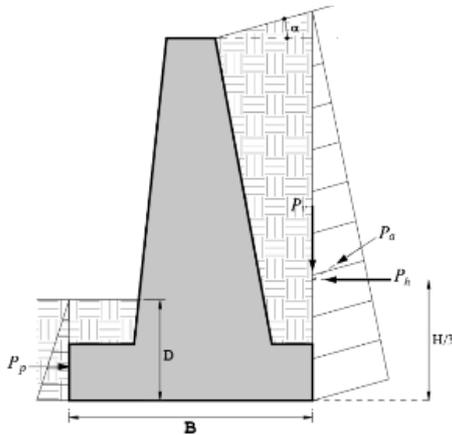
$$P_a := \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_1 \cdot H'^2 = 1974.92 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Empuje pasivo: teoría de Rankine

$$K_p := \tan\left(45^\circ + \frac{\phi'_1}{2}\right)^2 = 3.255$$

$$P_p := \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma_2 \cdot D^2 + 2 \cdot c'_2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot D = 0.00 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

Fuerzas debido a la sobrecarga y empuje activo



Fuerza horizontal por la sobrecarga:

$$P_{SC} := K_a \cdot H \cdot Sc \cdot \left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\beta + \alpha)}\right) = 0.64 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Componente vertical:

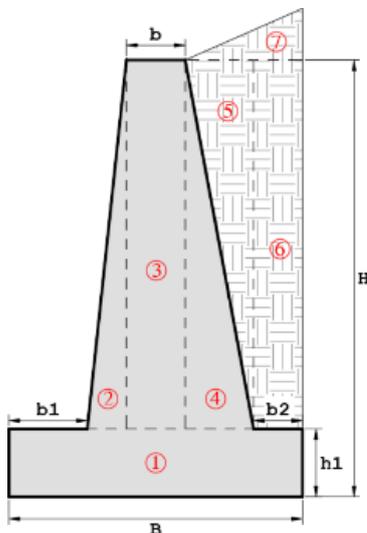
$$P_v := P_a \cdot \sin(90^\circ - \beta + \delta) = 0.97 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Componente horizontal:

$$P_h := P_a \cdot \cos(90^\circ - \beta + \delta) = 1.72 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

## VERIFICACIÓN POR VOLTEO:

Momento resistente del muro



$$Peso = \begin{bmatrix} 0.35 \\ 0.55 \\ 2.76 \\ 0.83 \\ 0.67 \\ 0.44 \\ 0.00 \end{bmatrix} \frac{\text{tonnef}}{\text{m}} \quad x = \begin{bmatrix} 0.75 \\ 0.23 \\ 0.55 \\ 0.90 \\ 1.00 \\ 1.45 \\ 1.07 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$\Sigma M_R := \left\| \begin{array}{l} \text{for } i \in 1 \dots \text{last}(Peso) \\ M_i \leftarrow Peso_i \cdot x_i \\ \Sigma M + P_v \cdot B \end{array} \right\|$$

### Momento de volcamiento

Es generado por las fuerzas de empuje horizontal

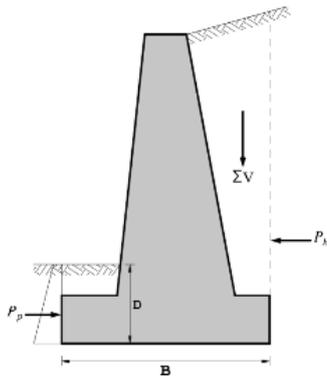
$$\Sigma M_o := P_h \cdot \left(\frac{H'}{3}\right) + P_{SC} \cdot \left(\frac{H}{2}\right) \quad \Sigma M_o = 2.23 \text{ tonnef}$$

### Verificación del factor de seguridad por volteo

$$FS_v := \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_o} = 2.43$$

*Volteo = "Correcto"*

### VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO: $P_{pasivo} := \text{"no"}$



Fuerza horizontal resistente:

$$\Sigma V := \Sigma \text{Peso} + P_v$$

$$\Sigma F_{R'} := \Sigma V \cdot \tan(\delta') + B \cdot c'_a + P_p = 4.88 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

Fuerza horizontal de empuje:

$$\Sigma F_d := P_h + P_{SC} = 2.36 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

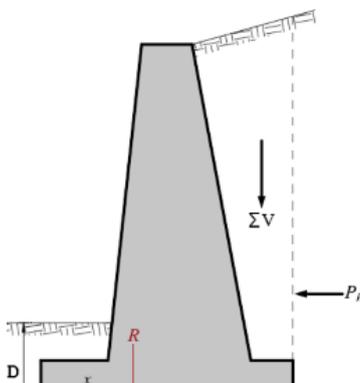
### Verificación del factor de seguridad por deslizamiento

$$FS_d := \frac{\Sigma F_{R'}}{\Sigma F_d} = 2.07$$

Deslizamiento :=  $\left\{ \begin{array}{l} \text{if } FS_d > 1.5 \wedge FS_d < 2.1 \\ \quad \text{"Correcto"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"Redimensionar el muro"} \end{array} \right\}$

*Deslizamiento = "Correcto"*

### VERIFICACIÓN POR CAPACIDAD DE CARGA:



Posición de la resultante

$$R := \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_o}{\Sigma V} = 0.49 \text{ m}$$

Excentricidad respecto a la resultante

$$e := \frac{B}{2} - R = 0.26 \text{ m}$$

*if  $(e < \frac{B}{6}, \text{"Ok"}, \text{"Corregir"}) = \text{"Corregir"}$*

Presiones en el terreno

$$\sigma_{max} := \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) = 0.90 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{min} := \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) = -0.03 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

## ANEXO 5: FICHAS DE VALIDACION

<b>FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN</b>						
<b>I. DATOS INFORMATIVOS:</b>						
<b>Apellidos y nombres del experto</b>	: MG. LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES					
<b>Título y/o Grado académico</b>	: Doctor ( ) Magister ( X ) Licenciado ( ) Otros ( )					
<b>Institución</b>	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
<b>Nombre del Instrumento</b>	: Ficha de registro de datos					
<b>Autor del Instrumento</b>	: Bach. Da Costa Cárdenas, Jhoan Piter					
<b>Título de la Investigación</b>	:" Sistemas de reforzamiento para la estabilidad de muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H. San Genaro, Chorrillos, 2021"					
<b>II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:</b>						
<b>INDICADORES</b>	<b>CRITERIOS</b>	<b>Deficiente 0-20%</b>	<b>Regular 21-50%</b>	<b>Bueno 51-70%</b>	<b>Muy Bueno 71-80%</b>	<b>Excelente 81-100%</b>
<b>CLARIDAD</b>	Está formulado con lenguaje apropiado.				x	
<b>OBJETIVIDAD</b>	Está expresado en conducta observable.				x	
<b>ACTUALIDAD</b>	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				x	
<b>ORGANIZACIÓN</b>	Existe una organización lógica.				x	
<b>SUFICIENCIA</b>	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.			x		
<b>CONSISTENCIA</b>	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.				x	
<b>COHERENCIA</b>	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.				x	
<b>METODOLOGÍA</b>	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				x	
<b>PERTINENCIA</b>	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.			x		
<b>III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:</b>						

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 0.80						
Lima,  08/09/2021	155963		994489955			
Lugar y fecha	CIP	Firma del experto	Celular			
<b>FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN</b>						
<b>I. DATOS INFORMATIVOS:</b>						
Apellidos y nombres del experto	: MG. SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO					
Título y/o Grado académico	: Doctor ( ) Magister ( X ) Licenciado ( ) Otros ( )					
Institución	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO					
Nombre del Instrumento	: Ficha de registro de datos					
Autor del Instrumento	: Bach. Da Costa Cárdenas, Jhoan Piter					
Título de la Investigación	:" Sistemas de reforzamiento para la estabilidad de muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H. San Genaro, Chorrillos, 2021"					
<b>II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:</b>						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				x	
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.				x	
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				x	
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				x	
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					x

<b>CONSISTENCIA</b>	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					x
<b>COHERENCIA</b>	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.				x	
<b>METODOLOGÍA</b>	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				x	
<b>PERTINENCIA</b>	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				x	
<b>III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:</b>						
<hr/> <hr/>						
<b>IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 0.90</b>						
Lima,	<b>183332</b>				<b>917195547</b>	
08/09/2021						
<b>Lugar y fecha</b>	<b>CIP</b>	<b>Firma del experto</b>			<b>Celular</b>	

<b>FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>I. DATOS INFORMATIVOS:</b>	
<b>Apellidos y nombres del experto</b>	: MG. SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO
<b>Título y/o Grado académico</b>	: Doctor ( ) Magister ( X ) Licenciado ( ) Otros ( )
<b>Institución</b>	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
<b>Nombre del Instrumento</b>	: Ficha de registro de datos
<b>Autor del Instrumento</b>	: Bach. Da Costa Cárdenas, Jhoan Piter

<b>Título de la Investigación</b>	:" Sistemas de reforzamiento para la estabilidad de muro tipo pirca en viviendas autoconstruidas, A.H. San Genaro, Chorrillos, 2021"
-----------------------------------	--

**II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:**

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
<b>CLARIDAD</b>	Está formulado con lenguaje apropiado.				x	
<b>OBJETIVIDAD</b>	Está expresado en conducta observable.				x	
<b>ACTUALIDAD</b>	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				x	
<b>ORGANIZACIÓN</b>	Existe una organización lógica.				x	
<b>SUFICIENCIA</b>	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.				x	
<b>CONSISTENCIA</b>	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					x
<b>COHERENCIA</b>	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.				x	
<b>METODOLOGÍA</b>	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.				x	
<b>PERTINENCIA</b>	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				x	

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

\_\_\_\_\_

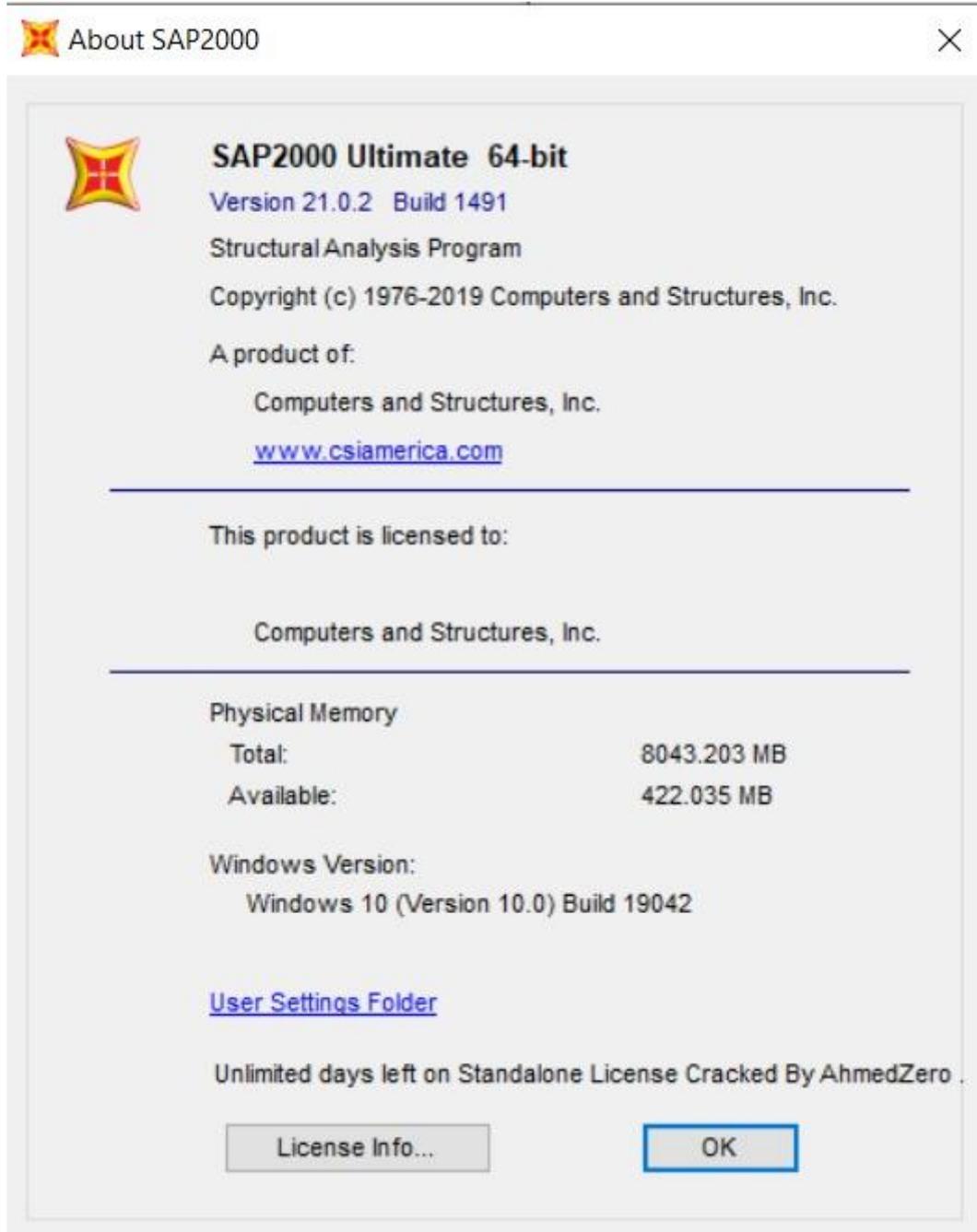
\_\_\_\_\_

**IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 0.85**

Lima,  08/09/2021	177295		961821545
-------------------------	--------	--	-----------

Lugar y fecha	CIP	Firma del experto	Celular

**ANEXO 6: LICENCIA DEL SOFTWARE**



## ANEXO 7: CRONOGRAMA DPI

CRONOGRAMA DPI	Agosto		Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	
Proyecto de investigación																	
<b>Capítulo 5 RESULTADOS</b>																	
Levantamiento de muros en campo tipo pirca																	
Análisis sísmico del muro tipo pirca																	
Predimensionamiento y diseño de las estacas ancladas para la colocación de los reforzamientos																	
Predimensionamiento y diseño estructural del muro tipo pirca sin reforzamiento																	
Análisis estructural del muro tipo pirca con el sistema de reforzamiento 01																	
Análisis estructural del muro tipo pirca con el sistema de reforzamiento 02																	
Verificación y evaluación de los resultados																	
<b>SEGUNDA JORNADA</b>																	
<b>Capítulo 6. Sustentación</b>																	
Recopilación de datos																	
análisis de datos																	
Comparación de datos																	
<b>Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones</b>																	
Conclusiones																	
Recomendaciones																	
<b>REVISIÓN FINAL</b>																	
<b>SUSTENTACIÓN</b>																	